

PROGRAMA PARA CALCULAR Y DISEÑAR TORNILLOS DE SUJECCIÓN,  
EMPAQUES, CADENAS DE RODILLOS, CORREAS O BANDAS, POLEAS,  
ENGRANAJES CÓNICOS RECTOS, ENGRANAJES CÓNICOS ESPIRALES Y  
TORNILLOS SIN FIN.

VICTOR MANUEL LIBREROS PUERTA

WILLIAM MUÑOZ RENGIFO

Universidad Autónoma de Occidente  
SECCION BIBLIOTECA

021469



C.U.A.O.  
BIBLIOTECA



\*0023420\*

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE OCCIDENTE

DIVISION DE INGENIERIAS

PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA

SANTIAGO DE CALI

1.996

PROGRAMA PARA CALCULAR Y DISEÑAR TORNILLOS DE SUJECCIÓN,  
EMPAQUES, CADENAS DE RODILLOS, CORREAS O BANDAS, POLEAS,  
ENGRANAJES CÓNICOS RECTOS, ENGRANAJES CÓNICOS ESPIRALES Y  
TORNILLOS SIN FIN.

VICTOR MANUEL LIBREROS PUERTA  
WILLIAM MUÑOZ RENGIFO

Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico.

Director  
FABER CORREA  
Ingeniero Mecánico

CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE OCCIDENTE  
DIVISION DE INGENIERIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA  
SANTIAGO DE CALI

1.996

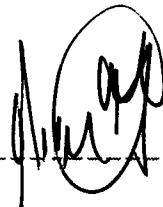
T  
005.3  
L697p  
Co 1

Nota de aceptación

Aprobado por el comité de grado en  
cumplimiento de los requisitos  
exigidos por la Corporación  
Universitaria Autónoma de  
Occidente para optar al título  
de Ingeniero Mecánico.



-----  
Director de la tesis



-----  
Jurado

-----  
Jurado

Santiago de Cali, Mayo de 1.996

## AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con la culminación de este proyecto.

Donación Victor Manuel Puertas-  
William Lino Mayo 1996

## DEDICATORIA

Este logro alcanzado lo dedico a mis familiares.

VICTOR MANUEL.

Dedico este proyecto y la culminación de mi carrera a mis padres y familiares.

WILLIAM.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. LISTADO DEL PROGRAMA DE TORNILLO SIN FIN	4
2. LISTADO DEL PROGRAMA PARA CALCULO DE CADENAS DE RODILLOS	18
3. PROGRAMA PARA EL CALCULO DE CORREAS EN "V"	28
4. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE JUNTAS CON EMPAQUES	44
5. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE TORNILLOS DE SUJECION	62
6. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE ENGRANAJES CONICOS	85
7. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES	96
8. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE POLEAS	108
9. LISTADO DEL PROGRAMA DEL MENU	112
10. MANUAL DEL PROGRAMA	114
10.1. ENGRANAJES CONICOS	114
10.2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES	118

10.3. TORNILLOS DE SUJECION	121
10.3.1. Carga axial	121
10.3.2. Uniones con carga de apriete	122
10.3.3. Tensado previo y carga de servicio	123
10.3.4. Tornillos sometidos a carga de fatiga	125
10.3.5. Carga transversal	128
10.4. JUNTAS CON EMPAQUES	129
10.5. TORNILLOS SIN FIN	131
10.6. CADENAS DE RODILLOS	134
10.7. CORREAS	134
10.8. POLEAS	137
11. CONCLUSIONES	138
BIBLIOGRAFIA	139

## RESUMEN

El proyecto de grado trata básicamente en elaborar un programa (empleando como lenguaje el turbo pascal), que efectúe los cálculos de tornillos de sujeción, empaques, cadenas de rodillos, correas o bandas, poleas, engranajes cónicos rectos, engranajes cónicos espirales y tornillos sin fin. Este proyecto será de gran importancia para los estudiantes, ingenieros, y profesores de la Universidad que deseen realizar diseños y cálculos, de una manera rápida y segura, de cualquiera de los elementos mecánicos nombrados anteriormente. Este proyecto tendrá mucha utilización en la Universidad Autónoma y por tanto estará a disposición, sin dificultades, de cualquiera que desee utilizar el programa ya realizado y ejecutado. Con el proyecto de grado vendrá el correspondiente manual, para que el utilitario le de un buen manejo al programa. Es muy valioso que el estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad entre en el campo de los sistemas y sobre todo aplicado a la Ingeniería Mecánica. Los criterios



con que se desarrollarán las fórmulas para el cálculo y diseño estarán basados en libros completamente aceptados en el medio de la Ingeniería Mecánica, además de los conocimientos conseguidos por medio de las diferentes asignaturas dictadas por los profesores en la Universidad Autónoma de Occidente.

El programa es de fácil comprensión para estudiantes que recién empiezan a enrolarse con el área de diseño de máquinas ya que sólo necesitarán digitar valores evitando así el uso extra de tablas, nomogramas y calculadora, o sea el programa incluirá todas éstas alternativas mencionadas.

## INTRODUCCION

Se sabe que en el mercado se pueden adquirir muchos programas extranjeros para el cálculo de cualquier elemento mecánico, pero muy pocos son los programas, del diseño mecánico, elaborados por los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma.

El cálculo de algunos elementos mecánicos que se tratan en el programa son de adquisición por catálogo, como son: Poleas, correas y cadenas. Esto es debido a que existen empresas especializadas en su construcción. Pero esto no fue impedimento, para la elaboración del programa, se utilizan criterios enseñados por los profesores de la universidad Autónoma y los mencionados en los diferentes libros más comúnmente utilizados durante el transcurso de la carrera para el cálculo y diseño de estos elementos.

Tomando en cuenta que la realización de este programa es basado en los conocimientos de los estudiantes en el área de diseño de máquinas, será de gran importancia para la

Universidad la culminación de este proyecto, porque queda consignado en éste que los estudiantes de ésta Universidad salen muy bien preparados tanto en el área de Ingeniería Mecánica como en áreas ajenas a ésta como es la programación en computadores.

El estudio tuvo como propósito elaborar un programa para calcular y diseñar tornillos de sujeción, empaques, cadenas de rodillos, correas o bandas, poleas, engranajes cónicos rectos, engranajes cónicos espirales y tornillos sin fin.

Para llevar a cabo lo anterior, por medio del programa se obtiene:

- Cálculos rápidos de tornillos de sujeción, empaques, cadenas de rodillos, correas o bandas, poleas, engranajes cónicos rectos, engranajes cónicos espirales y tornillos sin fin.

- Diseños y cálculos, de una manera muy segura, de cualquiera de los elementos mecánicos nombrados anteriormente.

Los objetivos de este proyecto son:

- Adquirir conocimientos sobre el diseño de elementos de

máquinas.

- Aprender una metodología para la resolución de programas.

- Acortar tiempo para el diseño de elementos de máquinas.

- Dar confianza a los estudiantes de la Universidad Autónoma para elaborar programas que ofrezcan gran utilidad para los estudiantes que vienen en camino de culminar su carrera.

- Utilización constante del programa por parte de los estudiantes y profesores de la Universidad autónoma de Occidente.

- Programa de fácil comprensión para estudiantes que recientemente empiezan a manejar el área de diseño de máquinas.

## 1. LISTADO DEL PROGRAMA DE TORNILLO SIN FIN

Este listado comprende el programa realizado con todas las funciones utilizadas en el pascal.

```
program tornillo_sin_fin(entrada,salida);

uses crt,dos;

var
  car,tip:char;
  n1,n2,dg,pt,C,px,L,lam,dw,wx,wy,w,wz,phin,u,n:Real;
  vs,vw,vg,p,esf,pn,fg,y,wf,mg,km,kv,fe,ks:Real;
  xx,fs,HP,HPD,i,HP2,e,HPP,D1,F2,F2b,F2c,d2,v2,fd,w2,s2:Real;
  uu,t2,z1,z2,z3,z4,z5,z6,zz1,zz2,zz3,zz4,zz5,zz6,pn1:real;
  pn2,pn3,pn4,pn5,pn6,y21,y22,y23,y24,y25,y26:real;
  ap1,ap2,ap3,ap4,ap5,ap6,x1,x2,x3,x4,x5,x6,z,x,ap,y2:real;
  Kd,zw,pc,tg,a,d,ht,h,dol,wd,ww:real;

col,num:integer;

function pow(a:real;b:real):real;
begin
  if (a>0) then pow:=exp(b*ln(a))
  else pow:=1;
end;

procedure fin1;
begin
  writeln('      Se escogen de la tabla 3: C, D1 y F2 con');writeln;
  writeln('      los siguientes valores: ');writeln;textcolor(red);
  writeln('      i = ',i:1:3,'      y      HP1 = ',HPP:2:1,' HP');textcolor(white);
end;

procedure fin2;
Begin
  writeln;
  writeln('      Con HP = ',HPP:2:1,' y i = ',i:1:2,' dar los siguientes valores: ');writeln;
```

```

write('          Distancia entre centros,          C = ');
readln(C);writeln;
write('          Diametro primitivo del tornillo          D1 = ');
readln(D1);writeln;
write('          Ancho de cara de la rueda          F2 = ');
readln(F2);writeln;
car:=readkey;
clrscr;
end;

procedure fin3;
begin
writeln;writeln;
textcolor(red);
writeln('          TABLA 3. Capacidad nominal de los reductores por tornillo');
textcolor(white);writeln;
writeln('          -----');
writeln('          i          C          D1          F2          R.P.M. del tornillo');
writeln('          n1/n2          100  720  1750  3600  10000');
writeln('          POTENCIA A CADA VELOCIDAD (TORN.)');
writeln('          -----');writeln;
end;

procedure colum;
begin

if col = 1
then
begin
z:=z1;zw:=zz1; x:=x1; y2:=y21; Pn:=Pn1; ap:=ap1;
end;

if col = 2
then
begin
z:=z2;zw:=zz2; x:=x2; y2:=y22; Pn:=Pn2; ap:=ap2;
end;

if col = 3
then
begin
z:=z3;zw:=zz3; x:=x3; y2:=y23; Pn:=Pn3; ap:=ap3;
end;

if col = 4
then
begin
z:=z4;zw:=zz4; x:=x4; y2:=y24; Pn:=Pn4; ap:=ap4;
end;

```

```

if col = 5
then
begin
z:=z5;zw:=zz5; x:=x5; y2:=y25; Pn:=Pn5; ap:=ap5;
end;

if col = 6
then
begin
z:=z6;zw:=zz6; x:=x6; y2:=y26; Pn:=Pn6; ap:=ap6;
end;
end;

procedure tabla5;
Begin
textcolor(red);
writeln('          TABLA 5. Factor de desgaste para tornillo sin fin ');writeln;
textcolor(white);
writeln(' -----');
writeln(' MATERIAL TORNILLO          MATERIAL RUEDA          ANGULO PRESION NORMAL');
writeln('          14,5  20  25  30 ');
writeln(' -----');
writeln(' Acero duro BHN ≥ 500      Bronce fundido en coqui.  90 125 150 180');
writeln(' Acero duro BHN ≥ 500      Bronce fundido en arena  60  80 100 120');
writeln(' Acero con BHN ≥ 250        Bronce fundido en arena  36  50  60  72');
writeln(' Fe fund. buena calidad     Bronce fundido en arena  80 115 140 165');
writeln(' Fundicion hierro gris      Aluminio                10  12  15  18');
writeln(' Acero                      Aluminio                6  7,2  9 10,8');
writeln(' Fe fund. alta calidad      Fundicion gris          90 125 150 180');
writeln(' Acero                      Fundicion gris          54  75  90 108');
writeln(' Fe fund. alta calidad      Acero fundido           22  31  37  45');
writeln(' Fe fund. alta calidad      Fe fundido alta calidad 135 185 225 270');
writeln(' -----');
writeln;
end;

procedure fin4;
begin
writeln('          El paso circular es:  $P = P_n \cdot \cos x$ ');writeln;
writeln('           $P = ',Pn:2:1,' \cdot \cos ',x:2:0);writeln;
pc:=Pn*cos(x*pi/180);
writeln('          P = ',pc:1:4);writeln;
writeln('          El diametro primitivo D1, del tornillo queda:');writeln;
tg:=sin(x*pi/180)/cos(x*pi/180);
writeln('          D1 = N1/(P*tgx), D1 = ',z:1:0,'/( ',pc:1:4,'*',tg:1:3,'));writeln;
D1:=z/(pc*tg);
writeln('          D1 = ',D1:2:4);writeln;
writeln('          El diametro primitivo D2, de la rueda queda:');writeln;
D2 = N2/(P), D2 = ',zw:2:0,'/( ',pc:1:4,'));writeln;
D2:=zw/(pc);
writeln('          D2 = ',D2:2:4,' pg');writeln;$ 
```

```

writeln('      La distancia entre cenmtros C queda:');writeln;
writeln('      C = (D1 + D2)/2, C = (' ,D1:2:4,' + ' ,D2:2:4,')/2');writeln;
C:=(D1 + D2)/2;
writeln('      C = ' ,C:2:4,' pg');writeln;
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      El ancho de cara resulta de las siguientes condiciones:');
writeln;
writeln('      F = C^0,875/3 = ' ,C:2:4,'^0,875/3');writeln;
F2b:= pow(C,0.875)/3;
writeln('      F = ' ,F2b:1:3,' pg.      otra forma:');writeln;
writeln('      F = 2*D1/3 = 2*' ,D1:2:4,'/3');writeln;
F2c:= 2*D1/3;
writeln('      F = ' ,F2c:1:3,' pg.      otra forma');writeln;
p:=pc/pi;

if x<=30
then
begin
a:=0.3183*p;
d:=0.3683*p;
h:=0.6866*p;
ht:=2*a;
end;

if x>30
then
begin
a:=0.2865*p;
d:=0.3314*p;
h:=0.6179*p;
ht:=2*a;
end;

writeln('      F =  $\sqrt{(D^2o1 - D1^2)}$  , donde: Do1 = D1 + 2a;');writeln;
writeln('      a = adendo = 0,3183*p;      p = paso =  $\pi/p = \pi/$ ' ,pc:1:3);
writeln;
writeln('      a = ' ,a:1:4,' pg. ;      Do1 = ' ,D1:2:4,' + 2*' ,a:1:4);writeln;
Do1:=d1+2*a;
F2:=sqrt(do1*do1-d1*d1);
writeln('      Do1 = ' ,Do1:1:4,' pg. ');writeln;
writeln('      F =  $\sqrt{(' ,Do1:1:4,'^2 - ' ,D1:1:4,'^2)}$  = ' ,F2:1:4,' pg. ');writeln;

if f2<f2b then if f2<f2c then
begin
writeln('      Se escoge el menor F de los 3 anteriores: F = ' ,F2:1:1,' pg. ');
end;

if f2b<f2c then
begin

```



```

F2:=F2b;
writeln('      Se escoge el menor F de los 3 anteriores: F = ',F2:1:1,' pg. ');
end;

if f2c<f2
then
begin
F2:=F2c;
writeln('      Se escoge el menor F de los 3 anteriores: F = ',F2:1:1,' pg. ');
end;
car:=readkey;
clrscr;

textcolor(lightred);
writeln('      Calculo y diseño por desgaste ecuacion de Buckingham ');writeln;

tabla5;

write('      El valor del factor de desgaste escogido de la tabla es = ');
readln(kd);
car:=readkey;
clrscr;

if x <= 10 then
Kd:=Kd;
if x >10 then if x <=25 then
Kd:=1.25*Kd;
if x > 25 then
Kd:=1.5*Kd;

v2:=pi*d2*n2/12;
fd:=(1200+v2)/1200;
w2:=33000*hp2/v2;
wd:=w2*fs*fd;
ww:=d2*f2*kd;

writeln('      La velocidad periferica V2 de la rueda es:');
writeln('       $V2 = 3.1416 * D2 * n2 / 12 = 3.1416 * ',D2:2:1,' * ',n2:4:1,' / 12'$ );
writeln('       $V2 = ',v2:4:1,' \text{ pm}'$ );writeln;
writeln('       $Fd = (1200 + V2) / 1200 = (1200 + ',v2:4:1,') / 1200'$ );
writeln('       $Fd = ',fd:1:3'$ );writeln;
writeln('      La carga tangencial en la rueda es:');
writeln('       $W2 = 33000 * HP2 / v2 = 33000 * ',HP2:2:1,' / ',v2:4:1'$ );
writeln('       $W2 = ',w2:4:1,' \text{ lb}'$ );writeln;
writeln('      La carga de diseño WD es: ');
writeln('       $WD = W2 * fs * fd = ',w2:4:1,' * ',fs:1:1,' * ',fd:1:2'$ );
writeln('       $WD = ',wd:4:1,' \text{ lb}'$ );writeln;
writeln('      La carga admisible por desgaste es: ');
writeln('       $Ww = D2 * F2 * Kd = ',D2:1:4,' * ',F2:1:1,' * ',Kd:1:3'$ );
write('       $Ww = ',ww:4:1,' \text{ lb}'$ );writeln;
end;

```

```

Begin
clrscr;
repeat
textcolor(red);
writeln('          TORNILLOS SIN FIN          ');writeln;writeln;
textcolor(white);
writeln('      Pertenecen al grupo de los engranajes cilindricos');writeln;
writeln('      helicoidales con arboles que se cruzan en el');writeln;
writeln('      espacio a 90° en los cuales el piñón está sustituido');writeln;
writeln('      por un tornillo semejante a los de potencia con uno a');writeln;
writeln('      seis filetes o entradas, los cuales hacen las veces de');writeln;
writeln('      dientes que engranan con los de la rueda helicoidal la');writeln;
writeln('      cual a su vez esta generada por un segmento de tuerca. ');writeln;
writeln('      Estos engranajes sirven para transmitir potencia y ');writeln;
writeln('      movimiento entre arboles que se cruzan a 90°. ');writeln;
car:=readkey;
clrscr;

writeln;writeln;
writeln('      Para diseñar tornillos sin fin se necesitan conocer ');writeln;
writeln('      3 datos importantes, que se deben de saber de ante- ');writeln;
writeln('      mano en la etapa de prediseño. Estos tres datos se ');writeln;
writeln('      calculan de acuerdo a las necesidades, características, ');writeln;
writeln('      del objetivo final del trabajo que se quiere realizar, ');writeln;
writeln;textcolor(red);
writeln('      Estas tres incognitas se deben conocer y son: ');writeln;writeln;
textcolor(white);
write('      Las rpm de entrada:          n1 = ');
readln(n1);writeln;
write('      Las rpm de salida:          n2 = ');
readln(n2);writeln;
write('      La potencia a transmitir:    HP = ');
readln(HP);writeln;
car:=readkey;
clrscr;

textcolor(red);
writeln('      TABLA 1. Factores de servicio para tornillos sin fin ');textcolor(white);
writeln('      ----- ');
writeln('      Fuente de potencia      Duracion de      Tipo de maquinaria de uso ');
writeln('      servicio              Uniforme o      Choques      Choques ');
writeln('      horas                sin choques  moderados  fuertes ');
writeln('      ----- ');
writeln(' *Motores electricos  Menor de 1hr  0.80      0.90      1.00 ');
writeln('                      2 horas      0.90      1.00      1.25 ');
writeln('                      10 horas     1.00      1.25      1.50 ');
writeln('                      24 horas     1.25      1.50      1.75 ');
writeln('                      10 horas     1.00      1.25      1.50 ');
writeln(' *Motores de explo-  Menor de 1hr  0.90      1.00      1.25 ');
writeln(' sion o de combus-   2 horas      1.00      1.25      1.50 ');

```

```

writeln('   tion interna de      10 horas      1.25      1.50      1.75 ');
writeln('   varios cilindros.    24 horas      1.50      1.75      2.00 ');
writeln(' *Motores de explo-      Menor de 1hr    1.00      1.25      1.50 ');
writeln('   sion o de combus-        2 horas      1.25      1.50      1.75 ');
writeln('   tion interna de      10 horas      1.50      1.75      2.00 ');
writeln('   un solo cilindro.      24 horas      1.75      2.00      2.25 ');
writeln('                               Menor de 1hr    0.90      1.00      1.25 ');
writeln(' *Motores electricos      2 horas      1.00      1.25      1.50 ');
writeln('   muchas paradas y      10 horas      1.25      1.50      1.75 ');
writeln('   arranques.            24 horas      1.50      1.75      2.00 ');
writeln(' -----');
textcolor(red);
write('           De la Tabla 1 se escoge un factor de servicio: fs = ');
readln(fs);textcolor(white);
clrscr;
HPD:= HP*fs;
i:=n1/n2;
e:=(1-i/(2*100))-0.1;
HP2:=HP*e;
writeln('           La potencia de diseño, HPD, es:   HPD = HPD*fs');writeln;
writeln('           HPD = ',HPD:2:1,' HP');writeln;
writeln('           La relacion de transmision, i, es:   i = n1/n2 ');writeln;
writeln('           i = ',i:2:3);writeln;
writeln('           La potencia en la rueda, HP2, es:   HP2 = HP*e');writeln;
writeln('           e = (1 - i/(2*100)) ');writeln;
writeln('           e = ',e:1:1);writeln;
writeln('           HP2 = ',HP:2:1,' * ',e:1:1,'           HP2 = ',HP2:2:1,' HP');
writeln;writeln;
writeln('           De la siguiente tabla se escogen valores tentativos');
writeln;
writeln('           de distancia ente centros (C), ancho de cara de la rueda (F2)');
writeln;
writeln('           y diametro primitivo del tornillo (D1). Se escoge las rpm de la');
writeln;
writeln('           tabla mas cercana a las rpm de entrada, o sea a n1 = ',n1:4:0,'. ');
car:=readkey;
clrscr;

writeln;
writeln('           El valor de n1 = ',n1:4:0,' r.p.m.: a cual de los siguientes');writeln;
writeln('           valores se encuentra mas cercano:');writeln;writeln;
writeln('           1. 100 rpm ');writeln;
writeln('           2. 720 rpm ');writeln;
writeln('           3. 1750 rpm ');writeln;
writeln('           4. 3600 rpm ');writeln;
writeln('           5. 10000 rpm ');writeln;writeln;textcolor(lightred);
write('           Se escoge el numeral:           ');textcolor(white);
readln(num);writeln;

if num = 1
then

```

```

begin
HPP:=100*HPD/n1;
fin1;
end;

if num = 2
then
begin
HPP:=720*HPD/n1;
fin1;
end;

if num = 3
then
begin
HPP:=1750*HPD/n1;
fin1;
end;

if num = 4
then
begin
HPP:=3600*HPD/n1;
fin1;
end;

if num = 5
then
begin
HPP:=3600*HPD/n1;
fin1;
end;
car:=readkey;
clrscr;

if i <=6
then
begin
fin3;
writeln('      1-6      2      0.825  0.46875    0.3   1.6   2.8   3.5   5.0 ');
writeln('      1-6      4      1.525  0.875     2.1   9.7  14.5  18.5  23.0 ');
writeln('      1-6      8      2.8    1.6875   12.0  44.5  66.6  86.0  - ');
writeln('      1-6     16      3.1    3.375   65.0  190   265   350  - ');
writeln('      -----');
fin2;
end;

if i > 6 then
if i <= 13
then

```

```

begin
fin3;
writeln('      7-13   2   0.825   0.5      0.2  0.9   2.1   2.6   3.9 ');
writeln('      7-13   4   1.525  0.9375   1.8  5.8  10.6  14.2  19.0 ');
writeln('      7-13   8    2.8   1.8125   8.0  32.5  48.0  65.0   - ');
writeln('      7-13  16    3.1   3.375  50.0  140   210  265   - ');
writeln('-----');
fin2;
end;

if i > 13 then
if i <= 22
then
begin
fin3;
writeln('     14-22   2   0.825  0.46875   0.15  0.7   1.4   1.9   3.4 ');
writeln('     14-22   4   1.525  0.9375   0.9  4.6   7.0   8.8  11.3 ');
writeln('     14-22   8    2.8   1.8125   5.5  23.0  33.5  47.0   - ');
writeln('     14-22  16    3.1   3.375  36.0  100   145  185   - ');
writeln('-----');
fin2;
end;

if i > 22 then if i <=50
then
begin
fin3;
writeln('     23-50   2   0.825  0.46875   0.10  0.5   1.0   1.4   2.9 ');
writeln('     23-50   4   1.525  0.9375   0.6  3.0   4.8   6.7   8.6 ');
writeln('     23-50   8    2.8   1.8125   4.0  15.2  22.0  34.0   - ');
writeln('     23-50  16    3.1   3.375  23.0   66   100  130   - ');
writeln('-----');
fin2;
end;

if i >=50
then
begin
fin3;
writeln('    50 +    2   0.825  0.46875   0.03  0.3   0.5   0.7   1.0 ');
writeln('    50 +    4   1.525  0.9375   0.4  1.6   2.6   4.2   5.2 ');
writeln('    50 +    8    2.8   1.8125   2.1  8.0  11.3  20.0   - ');
writeln('    50 +   16    3.1   3.375  12.5  30   50   75   - ');
writeln('-----');
fin2;
end;
xx:=HPD/HPP;

if xx >= 1.3
then
begin

```

```

C:=C+2;
F2:=f2+0.2;
D1:=D1+0.2;
end;

F2b := 2*D1/3;
F2c := pow(C,0.875)/3;
writeln('      El valor de F2 debe cumplir las siguientes condiciones:');
writeln;
writeln('       $F \leq 2D1/3 = 2*$ ',D1:2:1,'/3 = ',F2b:2:1,' pg.      ');
writeln;
writeln('       $F \leq (C^{0.875})/3 =$ ',C:2:1,' $^{0.29167} =$ ',F2c:2:1,' pg.      ');
writeln;
if f2<f2b then if f2<f2c then
begin
writeln('      Se escoge el menor F de los 3 anteriores: F = ',F2:1:1,' pg. ');
end;
if f2b<f2c then
begin
F2:=F2b;
writeln('      Se escoge el menor F de los 3 anteriores: F = ',F2:1:1,' pg. ');
end;
if f2c<f2
then
begin
F2:=F2c;
writeln('      Se escoge el menor F de los 3 anteriores: F = ',F2:1:1,' pg. ');
end;
writeln;
writeln('      El Diametro de la rueda se halla con la siguiente ecuacion:');
writeln;
writeln('       $C = (D2 + D1)/2 \Rightarrow D2 = 2C - D1; \quad D2 = 2*$ ',c:2:0,' - ',D1:2:1);
writeln;
d2:=2*C-D1;
writeln('      D2 = ',D2:2:1,' pg. ');writeln;
writeln('      La velocidad periferica V2 de la rueda es:');writeln;
writeln('       $V2 = 3.1416*D2*n2/12 = 3.1416*$ ',D2:2:1,' $*$ ',n2:4:1,'/12');
writeln;
v2:= pi*d2*n2/12;
writeln('      V2 = ',v2:4:1,' pm');writeln;
writeln('       $Fd = (1200 + V2)/1200 = (1200 +$ ',v2:4:1,' $)/1200$ ');writeln;
fd:=(1200+v2)/1200;
write('      Fd = ',fd:1:3);
car:=readkey;
clrscr;
writeln;writeln;
writeln('      El valor de distancia entre centros tomado es:');writeln;
writeln('      C = ',C:2:0,' pg. ');writeln;
writeln('      El valor del ancho de cara escogido es:');writeln;

```

```

writeln('      F2 = ',F2:2:1,' pg. ');writeln;
writeln('      El valor del Diametro D1 del tornillo escogido es: ');writeln;
writeln('      D1 = ',D1:2:1,' pg. ');writeln;
writeln('      La carga tangencial en la rueda es: ');writeln;
w2:=33000*HP2/v2;
writeln('      W2 = 33000 * HP2/v2 = 33000 * ',HP2:2:1,'/',v2:4:1);writeln;
write('      W2 = ',w2:4:1,' lb ');
writeln('      El torque transmitido a la rueda es: ');writeln;
T2:=63000*HP2/n2;
writeln('      T2 = 63000 * HP2/n2 = 33000 * ',HP2:2:1,'/',n2:4:1);writeln;
write('      T2 = ',T2:4:1,' lb*pg ');
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      TABLA 4. Resistencia ultima y limite de fatiga a la ');
writeln('      rotura para varios materiales fundidos en ruedas ');
writeln('      ----- ');
writeln('      Resistencia      Resistencia      Observaciones ');
writeln('      Material      ultima lb/pg²      a la fatiga ');
writeln('      Su      S2 (lb/pg²) ');
writeln('      ----- ');
writeln('      Fund. hierro de      Fund. de buena ');
writeln('      calidad      30.000      10.000      calidad, barata ');
writeln('      ASTM 30 ');
writeln('      Bronce al manga-      Fund. fuerte y ');
writeln('      neso SAE 43      70.000      20.000      compacta. ');
writeln('      Bronce al plomo      Fund. buena, ');
writeln('      SAE 40-63      30.000      8.000      de facil mecan. ');
writeln('      Bronce fosforoso      Bajo rozamiento ');
writeln('      SAE 65      35.000      15.000      resiste cargas ');
writeln('      altas. ');
writeln('      Bronce aluminio ');
writeln('      SAE 68, BHN=100      65.000      22.000      Servicio pesado ');
writeln('      Bronce aluminio ');
writeln('      SAE 58, BHN=160      80.000      28.000      Servicio pesado ');
writeln('      ----- ');
textcolor(red);
write('      De la tabla 3, el valor de S2, para el material escogido es: ');
readln(S2);
car:=readkey;
clrscr;

uu:=i*s2*F2/(fs*Fd*t2*2); {el 2 es kf*km}
Z1:=1;Z2:=2;Z3:=3;Z4:=4;Z5:=5;Z6:=6;
x1:=5;x2:=10;x3:=14.5;x4:=20;x5:=25;x6:=30;
zz1:=i*Z1;zz2:=i*Z2;zz3:=i*Z3;zz4:=i*Z4;zz5:=i*Z5;zz6:=i*Z6;
ap1:=14.5;ap2:=14.5;ap3:=20;ap4:=20;ap5:=25;ap6:=25;
y21:=0.314;y22:=0.314;y23:=0.3927;y24:=0.3927;y25:=0.4712;y26:=0.4712;
Pn1:=sqrt(uu*Z1*y21/cos(pi*x1/180));Pn2:=sqrt(uu*Z2*y22/cos(pi*x2/180));
Pn3:=sqrt(uu*Z3*y23/cos(pi*x3/180));Pn4:=sqrt(uu*Z4*y24/cos(pi*x4/180));
Pn5:=sqrt(uu*Z5*y25/cos(pi*x5/180));Pn6:=sqrt(uu*Z6*y26/cos(pi*x6/180));

```

```

writeln;
writeln;
writeln('      No. filetes      1      2      3      4      5      6 ');
writeln;textcolor(white);
writeln('      Angulo avance,x    5      10     15     20     25     30 ');
writeln;
writeln('      Numero dientes');
writeln('      de la rueda, N2    ',zz1:3:0,'      ',zz2:3:0,'      ',zz3:3:0,'      ',zz4:3:0,'
',zz5:3:0,'      ',zz6:3:0);
writeln;
writeln('      Factor de lewis');
writeln('      Y2                  ',y21:1:3,'      ',y22:1:3,'      ',y23:1:3,'      ',y24:1:3,'
',y25:1:3,'      ',y26:1:3);
writeln;
writeln('      Paso normal, Pn    ',Pn1:1:2,'      ',Pn2:1:2,'      ',Pn3:1:2,'      ',Pn4:1:2,'
',Pn5:1:2,'      ',Pn6:1:2);
writeln;writeln;
write('      De las columnas se selecciona el numero de filetes = ');
readln(col);writeln;

if col>6
then
begin
writeln('      Son 6 columnas, (oprime de 1 a 6), por favor ');
write('      vuelva a dar el valor de la columna: ');
readln(col);writeln;
end;

column;
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      Se escogieron los siguientes valores:');writeln;
writeln('      Paso normal          Pn = ',Pn:2:1);writeln;
writeln('      Numero de Filetes    N1 = ',Z:1:0);writeln;
writeln('      Angulo presion normal   $\phi$  = ',ap:2:1);writeln;
writeln('      Angulo de avance      x = ',x:2:1);writeln;
writeln('      Factor de Lewis      Y2 = ',Y2:1:3);writeln;
writeln('      Numero dientes de la rueda N2 = ',zw:2:0);writeln;
writeln;
writeln('      Escoger un valor normalizado de Pn aproximado');
writeln;
writeln('      al valor calculado Pn = ',Pn:2:1);writeln;
writeln('      Datos normalizados = 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 32');
writeln;
write('      El valor normalizado de Pn escogido = ');
readln(Pn);
car:=readkey;
clrscr;
fin4;
if wd > ww then

```



```

begin
writeln;writeln;
writeln('      Como WD > Ww;  ',WD:4:2,' > ',Ww:4:2,'  estan mal diseñados');
writeln;
writeln('      Kd = WD/(D2*F2) = ',WD:4:1,'/( ',D2:1:4,'*',F2:1:1,')');
writeln;
Kd:=WD/(D2*F2);
writeln('      Kd = ',Kd:3:1);writeln;
car:=readkey;
clrscr;
writeln;
tabla5;
writeln;
writeln('      El valor del angulo de presion correspondiente a un valor');
write('      de Kd = ',Kd:3:1,' en la misma fila que se hallo antes es = ');
readln(ap);
car:=readkey;
clrscr;

z:=z+1;
zw:=i*z;
if z = 1
then x:=5;
if z = 2
then x:=10;
if z = 3
then x:=14.5;
if z = 4
then x:=20;
if z = 5
then x:=25;
if z = 6
then x:=30;

fin4;

if wd < ww then
begin
writeln('      Como WD < Ww;  ',WD:4:2,' < ',Ww:4:2,'  estan bien diseñados');
writeln;textcolor(red);writeln;
write('      DESEA SEGUIR CALCULANDO TORNILLOS SIN FIN (S/N)?      ');
readln(car);textcolor(white);
car:=readkey;
clrscr;
end;

if wd > ww then
begin
writeln('      Como WD > Ww;  ',WD:4:2,' > ',Ww:4:2,'  estan mal diseñados');
writeln;textcolor(red);writeln;
write('      Vuelva a empezar aumentando Pn: DESEA SEGUIR CALCULANDO (S/N)?      ');

```

```
readln(car);textcolor(white);
car:=readkey;
clrscr;
end;
end;
```

```
if wd < ww then
begin
writeln('      Como WD < Ww:  ',WD:4:2,' < ',Ww:4:2,' estan bien diseñados');
writeln;textcolor(red);writeln;
write('      DESEA SEGUIR CALCULANDO TORNILLOS SIN FIN (S/N)?      ');
readln(car);textcolor(white);
clrscr;
end;

until Car = 'N';
end.
```

## 2. LISTADO DEL PROGRAMA PARA CALCULO DE CADENAS DE RODILLOS

```
Program cadenas(entrada,salida);
```

```
Uses
```

```
crt,dos;
```

```
const
```

```
P1=1/4;      FU1=875;
P2=3/8;      FU2=2100;
P3=1/2;      FU3=2000;
P4=1/2;      FU4=3700;
P5=5/8;      FU5=6100;
P6=3/4;      FU6=8500;
P7=1.0;      FU7=14500;
P8=1.25;     FU8=24000;
P9=1.5;      FU9=34000;
P10=1.75;    FU10=40000;
P11=2.0;     FU11=58000;
P12=2.5;     FU12=95000;
P13=3.0;     FU13=130000;
```

```
Var
```

```
car,c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13:char;
```

```
s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7,s8,s9,s10,s11,s12,s13:string;
```

```
n1,n2,fs,v,vv,HP,HPD,Z1,fd1,fd2,fd3,fd4,fd5:Real;
fd6,fd7,fd8,fd9,fd10,fd11,fd12,fd13,fs1,fs2,fs3,fs4,fs5,fs6,fs7,fs8:Real;
fs9,fs10,fs11,fs12,fs13,v1,v2,v3,v4,v5,v6,v7,v8,v9,v10,v11,v12,v13:Real;
fa1,fa2,fa3,fa4,fa5,fa6,fa7,fa8,fa9,fa10,fa11,fa12,fa13:Real;
a1,a2,a3,a4,a5,a6,a7,a8,a9,a10,a11,a12,a13:Real;
f1,f2,f3,f4,f5,f6,f7,f8,f9,f10,f11,f12,f13:Real;
b1,b2,b3,b4,b5,b6,b7,b8,b9,b10,b11,b12,b13:Real;
```

```
procedure cadena;
```

```
Begin
```

```
v1:=vv*p1; v2:=vv*p2; v3:=vv*p3;v4:=vv*p4; v5:=vv*p5; v6:=vv*p6;
v7:=vv*p7; v8:=vv*p8; v9:=vv*p9;v10:=vv*p10; v11:=vv*p11; v12:=vv*p12;
v13:=vv*p13; Fd1:=33000*HPD/v1;Fd2:=33000*HPD/v2;Fd3:=33000*HPD/v3;
```

```

Fd4:=33000*HPD/v4;Fd5:=33000*HPD/v5;Fd6:=33000*HPD/v6;Fd7:=33000*HPD/v7;
Fd8:=33000*HPD/v8;Fd9:=33000*HPD/v9;Fd10:=33000*HPD/v10;Fd11:=33000*HPD/v11;
Fd12:=33000*HPD/v12;Fd13:=33000*HPD/v13;
if v1<=25 then Fs1:=5;
if v1>25 then if v1<50 then Fs1:=6;
if v1>50 then if v1<100 then Fs1:=7;
if v1>100 then if v1<150 then Fs1:=8;
if v1>150 then if v1<200 then Fs1:=9;
if v1>200 then if v1<250 then Fs1:=10;
if v1>200 then if v1=250 then Fs1:=10;

if v2<=25 then Fs2:=5;
if v2>25 then if v2< 50 then Fs2:=6;
if v2>50 then if v2<100 then Fs2:=7;
if v2>100 then if v2<=150 then Fs2:=8;
if v2>150 then if v2<=200 then Fs2:=9;
if v2>200 then if v2<=250 then Fs2:=10;
if v2>200 then if v2=250 then Fs2:=10;

if v3<=25 then Fs3:=5;
if v3>25 then if v3< 50 then Fs3:=6;
if v3>50 then if v3<100 then Fs3:=7;
if v3>100 then if v3<=150 then Fs3:=8;
if v3>150 then if v3<=200 then Fs3:=9;
if v3>200 then if v3<=250 then Fs3:=10;
if v3>200 then if v3=250 then Fs3:=10;

if v4<=25 then Fs4:=5;
if v4>25 then if v4< 50 then Fs4:=6;
if v4>50 then if v4<100 then Fs4:=7;
if v4>100 then if v4<=150 then Fs4:=8;
if v4>150 then if v4<=200 then Fs4:=9;
if v4>200 then if v4<=250 then Fs4:=10;
if v4>200 then if v4=250 then Fs4:=10;

if v5<=25 then Fs5:=5;
if v5>25 then if v5< 50 then Fs5:=6;
if v5>50 then if v5<100 then Fs5:=7;
if v5>100 then if v5<=150 then Fs5:=8;
if v5>150 then if v5<=200 then Fs5:=9;
if v5>200 then if v5<=250 then Fs5:=10;
if v5>200 then if v5=250 then Fs5:=10;

if v6<=25 then Fs6:=5;
if v6>25 then if v6< 50 then Fs6:=6;
if v6>50 then if v6<100 then Fs6:=7;
if v6>100 then if v6<=150 then Fs6:=8;
if v6>150 then if v6<=200 then Fs6:=9;
if v6>200 then if v6<=250 then Fs6:=10;
if v6>200 then if v6=250 then Fs6:=10;

```

```

if v7<=25 then Fs7:=5;
if v7>25 then if v7< 50 then Fs7:=6;
if v7>50 then if v7<100 then Fs7:=7;
if v7>100 then if v7<=150 then Fs7:=8;
if v7>150 then if v7<=200 then Fs7:=9;
if v7>200 then if v7<=250 then Fs7:=10;
if v7>200 then if v7>=250 then Fs7:=10;

```

```

if v8<=25 then Fs8:=5;
if v8>25 then if v8< 50 then Fs8:=6;
if v8>50 then if v8<100 then Fs8:=7;
if v8>100 then if v8<=150 then Fs8:=8;
if v8>150 then if v8<=200 then Fs8:=9;
if v8>200 then if v8<=250 then Fs8:=10;
if v8>200 then if v8>=250 then Fs8:=10;

```

```

if v9<=25 then Fs9:=5;
if v9>25 then if v9< 50 then Fs9:=6;
if v9>50 then if v9<100 then Fs9:=7;
if v9>100 then if v9<=150 then Fs9:=8;
if v9>150 then if v9<=200 then Fs9:=9;
if v9>200 then if v9<=250 then Fs9:=10;
if v9>200 then if v9>=250 then Fs9:=10;

```

```

if v10<=25 then Fs10:=5;
if v10>25 then if v10< 50 then Fs10:=6;
if v10>50 then if v10<100 then Fs10:=7;
if v10>100 then if v10<=150 then Fs10:=8;
if v10>150 then if v10<=200 then Fs10:=9;
if v10>200 then if v10<=250 then Fs10:=10;
if v10>200 then if v10>=250 then Fs10:=10;

```

```

if v11<=25 then Fs11:=5;
if v11>25 then if v11< 50 then Fs11:=6;
if v11>50 then if v11<100 then Fs11:=7;
if v11>100 then if v11<=150 then Fs11:=8;
if v11>150 then if v11<=200 then Fs11:=9;
if v11>200 then if v11<=250 then Fs11:=10;
if v11>200 then if v11>=250 then Fs11:=10;

```

```

if v12<=25 then Fs12:=5;
if v12>25 then if v12< 50 then Fs12:=6;
if v12>50 then if v12<100 then Fs12:=7;
if v12>100 then if v12<=150 then Fs12:=8;
if v12>150 then if v12<=200 then Fs12:=9;
if v12>200 then if v12<=250 then Fs12:=10;
if v12>200 then if v12>=250 then Fs12:=10;

```

```

if v13<=25 then Fs13:=5;
if v13>25 then if v13< 50 then Fs13:=6;

```

```

if v13>50 then if v13<100 then Fs13:=7;
if v13>100 then if v13<=150 then Fs13:=8;
if v13>150 then if v13<=200 then Fs13:=9;
if v13>200 then if v13<=250 then Fs13:=10;
if v13>250 then if v13<=250 then Fs13:=10;

fa1:=fu1/fs1;fa2:=fu2/fs2;fa3:=fu3/fs3;fa4:=fu4/fs4;
fa5:=fu5/fs5;fa6:=fu6/fs6;fa7:=fu7/fs7;
fa8:=fu8/fs8;fa9:=fu9/fs9;fa10:=fu10/fs10;fa11:=fu11/fs11;fa12:=fu12/fs12;
fa13:=fu13/fs13;
end;

procedure cadena2;
Begin
a1:=Fd1/fa1;a2:=Fd2/fa2;a3:=Fd3/fa3;a4:=Fd4/fa4;a5:=Fd5/fa5;a6:=Fd6/fa6;
a7:=Fd7/fa7;a8:=Fd8/fa8;a9:=Fd9/fa9;a10:=Fd10/fa10;a11:=Fd11/fa11;
a12:=Fd12/fa12;a13:=Fd13/fa13;

if a1<=1 then f1:=Fa1*1;
if a1<=1 then v1:=1;
if a1<=1 then b1:=1;
if a1>1 then if a1<=1.7 then begin f1:=Fa1*1.7;v1:=1.7;b1:=2;end;
if a1>1.7 then if a1<=2.5 then begin f1:=Fa1*2.5;v1:=2.5;b1:=3;end;
if a1>2.5 then if a1<=3.3 then begin f1:=Fa1*3.3;v1:=3.3;b1:=4;end;
if a1>3.3 then begin f1:=Fa1*4;v1:=4;b1:=5;end;

if a2<=1 then begin f2:=Fa2*1; v2:=1; b2:=1;end;
if a2>1 then if a2<=1.7 then begin f2:=Fa2*1.7;v2:=1.7;b2:=2;end;
if a2>1.7 then if a2<=2.5 then begin f2:=Fa2*2.5;v2:=2.5;b2:=3;end;
if a2>2.5 then if a2<=3.3 then begin f2:=Fa2*3.3;v2:=3.3;b2:=4;end;
if a2>3.3 then begin f2:=Fa2*4;v2:=4;b2:=5;end;

if a3<=1 then begin f3:=Fa3*1; v3:=1; b3:=1;end;
if a3>1 then if a3<=1.7 then begin f3:=Fa3*1.7;v3:=1.7;b3:=2;end;
if a3>1.7 then if a3<=2.5 then begin f3:=Fa3*2.5;v3:=2.5;b3:=3;end;
if a3>2.5 then if a3<=3.3 then begin f3:=Fa3*3.3;v3:=3.3;b3:=4;end;
if a3>3.3 then begin f3:=Fa3*4;v3:=4;b3:=5;end;

if a4<=1 then begin f4:=Fa4*1; v4:=1; b4:=1;end;
if a4>1 then if a4<=1.7 then begin f4:=Fa4*1.7;v4:=1.7;b4:=2;end;
if a4>1.7 then if a4<=2.5 then begin f4:=Fa4*2.5;v4:=2.5;b4:=3;end;
if a4>2.5 then if a4<=3.3 then begin f4:=Fa4*3.3;v4:=3.3;b4:=4;end;
if a4>3.3 then begin f4:=Fa4*4;v4:=4;b4:=5;end;

if a5<=1 then f5:=Fa5*1;
if a5<=1 then v5:=1;
if a5<=1 then b5:=1;
if a5>1 then if a5<=1.7 then f5:=Fa5*1.7;
if a5>1 then if a5<=1.7 then v5:=1.7;
if a5>1 then if a5<=1.7 then b5:=2;
if a5>1.7 then if a5<=2.5 then f5:=Fa5*2.5;

```

```

if a5)1.7 then if a5<=2.5 then v5:=2.5;
if a5)1.7 then if a5<=2.5 then b5:=3;
if a5)2.5 then if a5<=3.3 then f5:=Fa5*3.3;
if a5)2.5 then if a5<=3.3 then v5:=3.3;
if a5)2.5 then if a5<=3.3 then b5:=4;
if a5)3.3 then f5:=Fa5*4;
if a5)3.3 then v5:=4;
if a5)3.3 then b5:=5;

if a6<=1 then begin f6:=Fa6*1; v6:=1; b6:=1;end;
if a6)1 then if a6<=1.7 then begin f6:=Fa6*1.7;v6:=1.7;b6:=2;end;
if a6)1.7 then if a6<=2.5 then begin f6:=Fa6*2.5;v6:=2.5;b6:=3;end;
if a6)2.5 then if a6<=3.3 then begin f6:=Fa6*3.3;v6:=3.3;b6:=4;end;
if a6)3.3 then begin f6:=Fa6*4;v6:=4;b6:=5;end;

if a7<=1 then begin f7:=Fa7*1; v7:=1; b7:=1;end;
if a7)1 then if a7<=1.7 then begin f7:=Fa7*1.7;v7:=1.7;b7:=2;end;
if a7)1.7 then if a7<=2.5 then begin f7:=Fa7*2.5;v7:=2.5;b7:=3;end;
if a7)2.5 then if a7<=3.3 then begin f7:=Fa7*3.3;v7:=3.3;b7:=4;end;
if a7)3.3 then begin f7:=Fa7*4;v7:=4;b7:=5;end;

if a8<=1 then begin f8:=Fa8*1; v8:=1; b8:=1;end;
if a8)1 then if a8<=1.7 then begin f8:=Fa8*1.7;v8:=1.7;b8:=2;end;
if a8)1.7 then if a8<=2.5 then begin f8:=Fa8*2.5;v8:=2.5;b8:=3;end;
if a8)2.5 then if a8<=3.3 then begin f8:=Fa8*3.3;v8:=3.3;b8:=4;end;
if a8)3.3 then begin f8:=Fa8*4;v8:=4;b8:=5;end;

if a9<=1 then begin f9:=Fa9*1; v9:=1; b9:=1;end;
if a9)1 then if a9<=1.7 then begin f9:=Fa9*1.7;v9:=1.7;b9:=2;end;
if a9)1.7 then if a9<=2.5 then begin f9:=Fa9*2.5;v9:=2.5;b9:=3;end;
if a9)2.5 then if a9<=3.3 then begin f9:=Fa9*3.3;v9:=3.3;b9:=4;end;
if a9)3.3 then begin f9:=Fa9*4;v9:=4;b9:=5;end;

if a10<=1 then begin f10:=Fa10*1; v10:=1; b10:=1;end;
if a10)1 then if a10<=1.7 then begin f10:=Fa10*1.7;v10:=1.7;b10:=2;end;
if a10)1.7 then if a10<=2.5 then begin f10:=Fa10*2.5;v10:=2.5;b10:=3;end;
if a10)2.5 then if a10<=3.3 then begin f10:=Fa10*3.3;v10:=3.3;b10:=4;end;
if a10)3.3 then begin f10:=Fa10*4;v10:=4;b10:=5;end;

if a11<=1 then begin f11:=Fa11*1; v11:=1; b11:=1;end;
if a11)1 then if a11<=1.7 then begin f11:=Fa11*1.7;v11:=1.7;b11:=2;end;
if a11)1.7 then if a11<=2.5 then begin f11:=Fa11*2.5;v11:=2.5;b11:=3;end;
if a11)2.5 then if a11<=3.3 then begin f11:=Fa11*3.3;v11:=3.3;b11:=4;end;
if a11)3.3 then begin f11:=Fa11*4;v11:=4;b11:=5;end;

if a12<=1 then begin f12:=Fa12*1; v12:=1; b12:=1;end;
if a12)1 then if a12<=1.7 then begin f12:=Fa12*1.7;v12:=1.7;b12:=2;end;
if a12)1.7 then if a12<=2.5 then begin f12:=Fa12*2.5;v12:=2.5;b12:=3;end;
if a12)2.5 then if a12<=3.3 then begin f12:=Fa12*3.3;v12:=3.3;b12:=4;end;
if a12)3.3 then begin f12:=Fa12*4;v12:=4;b12:=5;end;

```

```

if a13<=1 then begin f13:=Fa13*1; v13:=1; b13:=1;end;
if a13>1 then if a13<=1.7 then begin f13:=Fa13*1.7;v13:=1.7;b13:=2;end;
if a13>1.7 then if a13<=2.5 then begin f13:=Fa13*2.5;v13:=2.5;b13:=3;end;
if a13>2.5 then if a13<=3.3 then begin f13:=Fa13*3.3;v13:=3.3;b13:=4;end;
if a13>3.3 then begin f13:=Fa13*4;v13:=4;b13:=5;end;
end;

```

# PROCEDURE CADENA3;

```
begin
```

```

writeln('      Ahora tabulamos los siguientes valores:');writeln;
writeln('      Numero de Cadena (Columna 1)');
writeln('      p = paso (Columna 2)');
writeln('      V =',vv:4:2,' * p (Columna 3)');writeln;
writeln('      Fd = 33000*HP/V : (Columna 4)');writeln;
writeln('      para diferentes pasos de cadena      ');writeln;
writeln('      Factor de seguridad (Columna 5)      ');writeln;
writeln('      Resistencia ultima Fu, lb (Columna 6) ');writeln;
car:=readkey;
clrscr;

```

```
cadena;
```

```
textcolor(red);
```

```
writeln('      TABLA DE TUBULACION DE VALORES');textcolor(white);writeln;
```

```
writeln(' ----- ');
```

```
writeln(' Cadena Paso Velocidad Carga Factor Fu Fad ');
```

```
writeln(' No. pg pm Fd,lb segur. ');
```

```
writeln(' ----- ');
```

```

writeln(' 25 ',p1:1:2,' ',v1:4:1,' ',Fd1:4:1,' ',Fs1:1:0,' ',Fu1,'
',Fa1:4:0);

```

```

writeln(' 35 ',p2:1:2,' ',v2:4:1,' ',Fd2:4:1,' ',Fs2:1:0,' ',Fu2,'
',Fa2:4:0);

```

```

writeln(' 41 ',p3:1:2,' ',v3:4:1,' ',Fd3:4:1,' ',Fs3:1:0,' ',Fu3,'
',Fa3:4:0);

```

```

writeln(' 40 ',p4:1:2,' ',v4:4:1,' ',Fd4:4:1,' ',Fs4:1:0,' ',Fu4,'
',Fa4:4:0);

```

```

writeln(' 50 ',p5:1:2,' ',v5:4:1,' ',Fd5:4:1,' ',Fs5:1:0,' ',Fu5,'
',Fa5:4:0);

```

```

writeln(' 60 ',p6:1:2,' ',v6:4:1,' ',Fd6:4:1,' ',Fs6:1:0,' ',Fu6,'
',Fa6:4:0);

```

```

writeln(' 80 ',p7:1:2,' ',v7:4:1,' ',Fd7:4:1,' ',Fs7:1:0,' ',Fu7,'
',Fa7:4:0);

```

```

writeln(' 100 ',p8:1:2,' ',v8:4:1,' ',Fd8:4:1,' ',Fs8:1:0,' ',Fu8,'
',Fa8:4:0);

```

```

writeln(' 120 ',p9:1:2,' ',v9:4:1,' ',Fd9:4:1,' ',Fs9:1:0,' ',Fu9,'
',Fa9:4:0);

```

```

writeln(' 140 ',p10:1:2,' ',v10:4:1,' ',Fd10:4:1,' ',Fs10:1:0,' ',Fu10,'
',Fa10:4:0);

```

```

writeln(' 160 ',p11:1:2,' ',v11:4:1,' ',Fd11:4:1,' ',Fs11:1:0,' ',Fu11,'
',Fa11:4:0);

```

```

writeln(' 200 ',p12:1:2,' ',v12:4:1,' ',Fd12:4:1,' ',Fs12:1:0,' ',Fu12,'
',Fa12:4:0);

```



```

writeln(' 240      ',p13:1:2,'      ',v13:4:1,'      ',Fd13:4:1,'      ',Fs13:1:0,'      ',Fu13,'
      ',Fa13:4:0);
writeln(' ----- ');
writeln;
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      Sirven los tipos de cadena en donde la ultima columna dice SI: ');
writeln;
cadena2;
if f1)fd1 then begin c1 := ')';s1 := 'SI';end;
if f1)fd1 then begin c1 := '(';s1 := 'NO';end;
if f2)fd2 then begin c2 := ')';s2 := 'SI';end;
if f2)fd2 then begin c2 := '(';s2 := 'NO';end;
if f3)fd3 then begin c3 := ')';s3 := 'SI';end;
if f3)fd3 then begin c3 := '(';s3 := 'NO';end;
if f4)fd4 then begin c4 := ')';s4 := 'SI';end;
if f4)fd4 then begin c4 := '(';s4 := 'NO';end;
if f5)fd5 then begin c5 := ')';s5 := 'SI';end;
if f5)fd5 then begin c5 := '(';s5 := 'NO';end;
if f6)fd6 then begin c6 := ')';s6 := 'SI';end;
if f6)fd6 then begin c6 := '(';s6 := 'NO';end;
if f7)fd7 then begin c7 := ')';s7 := 'SI';end;
if f7)fd7 then begin c7 := '(';s7 := 'NO';end;
if f8)fd8 then begin c8 := ')';s8 := 'SI';end;
if f8)fd8 then begin c8 := '(';s8 := 'NO';end;
if f9)fd1 then begin c9 := ')';s9 := 'SI';end;
if f9)fd1 then begin c9 := '(';s9 := 'NO';end;
if f10)fd1 then begin c10 := ')';s10 := 'SI';end;
if f10)fd1 then begin c10 := '(';s10 := 'NO';end;
if f11)fd1 then begin c11 := ')';s11 := 'SI';end;
if f11)fd1 then begin c11 := '(';s11 := 'NO';end;
if f12)fd1 then begin c12 := ')';s12 := 'SI';end;
if f12)fd1 then begin c12 := '(';s12 := 'NO';end;
if f13)fd1 then begin c13 := ')';s13 := 'SI';end;
if f13)fd1 then begin c13 := '(';s13 := 'NO';end;

TEXTCOLOR(RED);
writeln('
      TABLA DE RESULTADOS FINALES');TEXTCOLOR(WHITE);WRITELN;
writeln(' ----- ');
writeln(' CADENA      K  x  Fad      Numero      Fad  }  Fd      Sirve ');
writeln(' ASA No.      de cadenas ');
writeln(' ----- ');
writeln('      25      ',v1:1:1,' x ',Fa1:4:1,'      ',b1:1:0,'      ',f1:4:1,' ',c1,'
      ',fd1:4:1,' ',s1);
writeln('      35      ',v2:1:1,' x ',Fa2:4:1,'      ',b2:1:0,'      ',f2:4:1,' ',c2,'
      ',fd2:4:1,' ',s2);
writeln('      41      ',v3:1:1,' x ',Fa3:4:1,'      ',b3:1:0,'      ',f3:4:1,' ',c3,'
      ',fd3:4:1,' ',s3);
writeln('      40      ',v4:1:1,' x ',Fa4:4:1,'      ',b4:1:0,'      ',f4:4:1,' ',c4,'
      ',fd4:4:1,' ',s4);

```

```

writeln('      50      ',v5:1:1,' x ',Fa5:4:1,'      ',b5:1:0,'      ',f5:4:1,'      ',c5,'
',fd5:4:1,'      ',s5);
writeln('      60      ',v6:1:1,' x ',Fa6:4:1,'      ',b6:1:0,'      ',f6:4:1,'      ',c6,'
',fd6:4:1,'      ',s6);
writeln('      80      ',v7:1:1,' x ',Fa7:4:1,'      ',b7:1:0,'      ',f7:4:1,'      ',c7,'
',fd7:4:1,'      ',s7);
writeln('     100      ',v8:1:1,' x ',Fa8:4:1,'      ',b8:1:0,'      ',f8:4:1,'      ',c8,'
',fd8:4:1,'      ',s8);
writeln('     120      ',v9:1:1,' x ',Fa9:4:1,'      ',b9:1:0,'      ',f9:4:1,'      ',c9,'
',fd9:4:1,'      ',s9);
writeln('     140      ',v10:1:1,' x ',Fa10:4:1,'      ',b10:1:0,'      ',f10:4:1,'      ',c10,'
',fd10:4:1,'      ',s10);
writeln('     160      ',v11:1:1,' x ',Fa11:4:1,'      ',b11:1:0,'      ',f11:4:1,'      ',c11,'
',fd11:4:1,'      ',s11);
writeln('     200      ',v12:1:1,' x ',Fa12:4:1,'      ',b12:1:0,'      ',f12:4:1,'      ',c12,'
',fd12:4:1,'      ',s12);
writeln('     240      ',v13:1:1,' x ',Fa13:4:1,'      ',b13:1:0,'      ',f13:4:1,'      ',c13,'
',fd13:4:1,'      ',s13);
write('      ----- ');writeln;
textcolor(red);
write('      DESEA SEGUIR CALCULANDO CADENAS DE RODILLOS (S/N)? ');
readln(car);textcolor(white);
clrscr;
end;

Begin
clrscr;
repeat
Textcolor(red);
writeln('      CADENAS DE TRANSMISION, DE RODILLOS ');writeln;writeln;
Textcolor(white);
writeln('      Son elementos mecanicamente flexibles, tienen cierta');writeln;
writeln('      capacidad de deformacion, que sirven para la transmision');writeln;
writeln('      de potencia y movimiento entre arboles paralelos que ');writeln;
writeln('      estan relativamente separados entre si siendo la relacion');writeln;
writeln('      de transmision constante como en los engranajes, debido a');writeln;
writeln('      que la transmision no se realiza por rozamiento como en las');writeln;
writeln('      correas sino por una especie de engrane entre la cadena y ');writeln;
writeln('      la rueda dentada. Son elementos de precision. Sirven para');writeln;
writeln('      grandes relaciones de transmision, se utiliza para');writeln;
write('      velocidades no muy altas. ');
car:=readkey;
clrscr;

textcolor(Red);
writeln('      TABLA 1. Factores de servicio para cadenas ');writeln;
textcolor(white);
writeln('      ----- ');
writeln('      Tipo de Combustion interna Electrico Combustion ');
writeln('      carga con transmision o turbina con transmision ');
writeln('      hidraulica mecanica ');

```

```

writeln(' -----');
writeln('      U      1.0      1.0      1.2      ');
writeln('      CM      1.2      1.3      1.4      ');
writeln('      CF      1.4      1.5      1.7      ');
writeln(' -----');
writeln;
writeln(' - Uniforme: La carga de regimen es uniforme. La carga de');
writeln(' arranque y la pico pueden ser grandes pero poco frecuentes');
writeln(' - Choques moderados: La carga de regimen es variable. La ');
writeln(' carga de arranque y pico son significativamente mas gran-');
writeln(' des que la de regimen y ocurren con frecuencia.      ');
writeln(' - Choques fuertes: La carga de arranque es extremadamente');
writeln(' grande. La carga pico y las sobrecargas ocurren con fre-');
writeln(' cuencia y son de maxima amplitud. ');writeln;
write(' El factor de servicio escogido es:      ');
readln(fs);
car:=readkey;
clrscr;

write(' El valor de la potencia a transmitir es:      HP = ');
readln(HP);writeln;
HPD:=HP*fs;
write(' La velocidad de rotacion del piñón en r.p.m. es:      n1 = ');
readln(n1);writeln;
write(' La velocidad de rotacion de la rueda en r.p.m. es:      n2 = ');
readln(n2);writeln;writeln;
writeln(' Determinacion de la velocidad:      ');
writeln;
writeln(' Para bajas velocidades V=(0-50)pie/min: Z1 = 11 dientes ');
writeln;
writeln(' y para V = (50 a 250) pies/min:      Z1 = 17 dientes ');
writeln;
write(' Se supone un valor de numero de dientes, entre 11 y 17:      ');
readln(Z1);writeln;
writeln(' La velocidad del piñón es:');writeln;
write('  $V = 3,1416 \cdot (p / \sin(180/Z1)) \cdot n1 / 12$       ');
car:=readkey;
clrscr;

vv:=(pi/(Sin(pi/Z1)))*n1/12;
writeln(' V = ',vv:4:2,'*p :Tomando p=0.25pg. para menor cadena ');writeln;
V:=vv*0.25;
writeln(' V = ',v:4:2,' pie/min ');writeln;

if V <= 50
then
Begin
writeln(' Se puede usar el numero de dientes escogido:',Z1:2:0,' ya que: ');
writeln;
writeln(' ',V:4:2,' = (0 - 50) pie/min');writeln;

```

```

cadena3;
end;

if V > 50
then if V <= 250
then
begin
writeln('      Se debe usar numero de dientes entre (17 - 21), ya que: ');
textcolor(red);
writeln('      ',V:4:2,' = (50 - 250) pie/min');writeln;textcolor(white);
write('      El nuevo numero de dientes escogido es:      ');
readln(Z1);writeln;
vv:=(pi/(Sin(pi/Z1)))*n1/12;
cadena3;
end;

if V > 250
then
begin
writeln;writeln;textcolor(red);
writeln('      rpm > 790 r.p.m. y V > 250 pm por lo tanto:');
writeln;
writeln('      ESTAS CADENAS SE SELECCIONAN POR CATALOGO');
writeln;textcolor(yellow);
write('      Desea Seguir Calculando Cadenas de Rodillos (S/N)? ');
car:=readkey;textcolor(white);
clrscr;
end;

until car = 'N';
end.

```

### 3. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE CORREAS EN "V"

```
Program Correas_Poleas(Entrada,Salida);  
  
Uses Crt,graph,dos;  
  
Var  
tip:string;  
a,b,c,d,e,Car,tp,Ra:Char;  
tipo:Integer;  
fs,n1,n2,HP,HPD,D1,aa,HPn,V,Kd,x,y,z,i,ce1,ce2,Ce,D2:Real;  
dL,L,Li,BB,fca,Kt,kl,HPr,m,Kc,Kb,Fc,fb1,fb2,u,alfa,f:Real;  
teta1,teta2,ft1,ft2,K,Fp1,Fp2,N,NN1,NN2,vv,Ld,Lh,La:Real;
```

```
function pow(a:real;b:real):real;  
begin  
if (a>0) then pow:=exp(b*ln(a))  
else pow:=1;  
end;
```

```
procedure INIC;  
var  
gd,gm :integer;  
mode,x,y,r,a : integer;  
b,c:integer;
```

```
Begin  
gd := detect;  
initgraph(gd,gm,'');  
if graphresult (<) grok then halt(1);  
rectangle(110,30,547,450);  
line(160,30,160,450);  
line(190,30,190,450);  
line(210,30,210,450);  
line(220,30,220,450);  
line(236,30,236,450);  
line(248,30,248,450);
```

```

line(260,30,260,450);
line(274,30,274,450);
line(320,30,320,450);
line(362,30,362,450);
line(382,30,382,450);
line(394,30,394,450);
line(408,30,408,450);
line(422,30,422,450);
line(440,30,440,450);
line(455,30,455,450);
line(490,30,490,450);
line(515,30,515,450);
line(535,30,535,450);
line(547,30,547,450);
{horizontales}
line(110,50,547,50);
line(110,72,547,72);
line(110,110,547,110);
line(110,150,547,150);
line(110,200,547,200);
line(110,215,547,215);
line(110,230,547,230);
line(110,245,547,245);
line(110,265,547,265);
line(110,280,547,280);
line(110,305,547,305);
line(110,330,547,330);
line(110,365,547,365);
line(110,400,547,400);
line(110,450,547,450);
{Diagonales}
line(110,400,312,103);
line(312,103,427,103);
line(427,103,427,157);
line(340,30,340,103);
line(160,450,382,157);
line(382,157,475,157);
line(475,157,475,200);
line(249,450,422,200);
Line(422,201,500,201);
Line(422,199,500,199);
Line(322,450,477,245);
Line(477,244,547,244);
Line(477,246,547,246);
Line(500,200,500,245);
{Tipos}
outtextxy(470,345,'E');
outtextxy(368,320,'D');
outtextxy(306,290,'C');
outtextxy(290,180,'B');
outtextxy(170,90,'A');

```

```

{rpm}
outtextxy(70,48,'5000');
outtextxy(70,70,'4000');
outtextxy(70,148,'2000');
outtextxy(70,170,'1500');
outtextxy(70,183,'1300');
outtextxy(70,198,'1160');
outtextxy(70,213,'1000');
outtextxy(70,243,'800');
outtextxy(70,278,'600');
outtextxy(70,328,'400');
outtextxy(70,398,'200');
outtextxy(70,445,'100');
{HPD}
outtextxy(110,455,'1');
outtextxy(160,470,'2');
outtextxy(210,455,'4');
outtextxy(236,470,'6');
outtextxy(260,455,'8');
outtextxy(274,470,'10');
outtextxy(320,455,'20');
outtextxy(378,470,'40');
outtextxy(390,455,'60');
outtextxy(418,470,'80');
outtextxy(445,455,'100');
outtextxy(482,470,'200');
outtextxy(523,455,'400');
outtextxy(570,460,'HPD');
outtextxy(80,15,'r.p.m. ');
car:=readkey;
closegraph;
clrscr;
end;

```

```

procedure ta;

```

```

Begin

```

```

textcolor(red);

```

```

writeln('          TABLA 6. Factor de correccion por longitud ');writeln;

```

```

textcolor(white);

```

```

writeln('----- ');
writeln('          Longitud          Seccion de la correa          ');
writeln('          A          B          C          D          E          ');
writeln('----- ');
writeln('          26          0.81          ');
writeln('          31          0.84          ');
writeln('          35          0.87          0.81          ');
writeln('          38          0.88          0.83          ');
writeln('          42          0.90          0.85          ');
writeln('          46          0.92          0.87          ');
writeln('          51          0.94          0.89          0.80          ');

```

```

writeln('          55          0.96    0.90                                ');
writeln('          60          0.98    0.92    0.82                                ');
writeln('          68          1.00    0.95    0.85                                ');
writeln('          75          1.02    0.97    0.87                                ');
writeln('          80          1.04                                ');
writeln('          81              0.98    0.89                                ');
writeln('----- ');
writeln;
write('          El factor por longitud con Li = ',Li:3:2,' pg. es:      ');
readln(kl);
car:=readkey;
clrscr;
end;

```

```

procedure tb;
begin
textcolor(red);
writeln('          TABLA 6. Factor de correccion por longitud ');writeln;
textcolor(white);
writeln('----- ');
writeln('          Longitud          Seccion de la correa                                ');
writeln('          A          B          C          D          E                                ');
writeln('----- ');
writeln('          85          1.05    0.99    0.90                                ');
writeln('          90          1.06    1.00    0.91                                ');
writeln('          96          1.08              0.92                                ');
writeln('          97              1.02                                ');
writeln('          105         1.10    1.04    0.94                                ');
writeln('          112         1.11    1.05    0.95                                ');
writeln('          120         1.13    1.07    0.97    0.86                                ');
writeln('          128         1.14    1.08    0.98    0.87                                ');
writeln('          144              1.11    1.00    0.90                                ');
writeln('          158              1.13    1.02    0.92                                ');
writeln('          173              1.15    1.04    0.93                                ');
writeln('          180              1.16    1.05    0.94    0.91 ');
writeln('          195              1.18    1.07    0.96    0.92 ');
writeln('          210              1.19    1.08    0.96    0.94 ');
writeln('----- ');
writeln;
write('          El factor por longitud con Li = ',Li:3:2,' pg. es:      ');
readln(kl);
car:=readkey;
clrscr;
end;

```

```

procedure tc;
begin
textcolor(red);
writeln('          TABLA 6. Factor de correccion por longitud ');writeln;
textcolor(white);
writeln('----- ');

```



```

writeln('          Longitud          Seccion de la correa          ');
writeln('          A          B          C          D          E          ');
writeln('-----');
writeln('          240          1.22   1.11   1.00   0.96          ');
writeln('          270          1.25   1.14   1.03   0.99          ');
writeln('          300          1.27   1.16   1.05   1.01          ');
writeln('          330          1.17   1.07   1.03          ');
writeln('          360          1.21   1.09   1.05          ');
writeln('          390          1.23   1.11   1.07          ');
writeln('          420          1.24   1.12   1.09          ');
writeln('          480          1.16   1.12          ');
writeln('          540          1.18   1.14          ');
writeln('          600          1.20   1.17          ');
writeln('          660          1.23   1.19          ');
writeln('-----');
writeln;
write('          El factor por longitud con Li = ',Li:3:2,' pg. es:          ');
readln(kl);
car:=readkey;
clrscr;
end;

```

```

procedure INIC2;
var
gd,gm :integer;
mode,x,y,r,a : integer;
b,c:integer;

Begin
gd := detect;
initgraph(gd,gm,'');
if graphresult (<) grok then halt(1);
rectangle(110,30,468,450);
line(160,30,160,450);
line(190,30,190,450);
line(215,30,215,450);
line(230,30,230,450);
line(243,30,243,450);
line(254,30,254,450);
line(265,30,265,450);
line(276,30,276,450);
line(286,30,286,450);
line(340,30,340,450);
line(370,30,370,450);
line(395,30,395,450);
line(410,30,410,450);
line(423,30,423,450);
line(436,30,436,450);
line(447,30,447,450);
line(458,30,458,450);

```

```

line(468,30,468,450);
{Diagonales}
line(110,56,468,95);
line(110,85,468,127);
line(110,152,468,192);
line(110,219,468,250);
line(110,248,468,301);

outtextxy(105,460,'10^8');
outtextxy(145,470,'2.10^8');
outtextxy(210,460,'4');
outtextxy(238,470,'6');
outtextxy(260,460,'8');
outtextxy(275,470,'10^9');
outtextxy(320,460,'2.10^9');
outtextxy(390,470,'4');
outtextxy(418,460,'6');
outtextxy(442,470,'8');
outtextxy(452,460,'10^10');

{textos verticales}
outtextxy(65,46,'1000');
outtextxy(65,67,' 800');
outtextxy(65,83,' 600');
outtextxy(65,123,' 400');
outtextxy(65,184,' 200');
outtextxy(65,248,' 100');
outtextxy(65,263,' 80');
outtextxy(65,290,' 60');
outtextxy(65,321,' 40');
outtextxy(65,386,' 20');
outtextxy(65,446,' 10');

outtextxy(305,62,'E');
outtextxy(305,92,'D');
outtextxy(305,160,'C');
outtextxy(305,220,'B');
outtextxy(305,260,'A');

car:=readkey;
closegraph;
clrscr;
end;

Begin
Clrscr;
Repeat
textcolor(red);writeln;
writeln('          CORREAS O BANDAS      ');
textcolor(white);writeln;

```

```

writeln;
writeln(' Las correas se utilizan para la transmisión de potencia, ');writeln;
writeln(' son elementos elásticos, además se utilizan para la ');writeln;
writeln(' transmisión de movimiento entre árboles paralelos o que');writeln;
writeln(' se cruzan en el espacio, que están separados entre si. ');writeln;
writeln;
writeln(' Con el programa se diseñará Correas en "V" o trapeciales');writeln;
writeln(' muy utilizadas en la industria. ');
writeln;writeln;writeln;

```

```

car:=readkey;
clrscr;

```

```

writeln;textcolor(red);writeln;
writeln(' TABLA 1. Factor de Servicio para correas o bandas ');
textcolor(white);writeln;writeln;
writeln(' ----- ');
writeln(' Fuente de potencia ');
writeln(' ----- ');
writeln(' Maquinaria Caracteristica de Par alto o no ');
writeln(' impulsada par normal uniforme ');
writeln(' ----- ');
writeln(' Uniforme 1,0 a 1,2 1,1 a 1,5 ');
writeln(' Con choque ligero 1,1 a 1,3 1,2 a 1,4 ');
writeln(' Con choque medio 1,2 a 1,4 1,4 a 1,6 ');
writeln(' Con choque pesado 1,3 a 1,5 1,5 a 1,8 ');
writeln(' ----- ');
writeln;
writeln(' FUENTE: de ANSI/RMA-IP-2--1.977 estándar. ');
writeln;writeln;
write(' El factor de servicio escogido de la Tabla 1 es: ');
readln(fs);writeln;writeln;
car:=readkey;
clrscr;

```

```

writeln;
write(' Las rpm de la máquina impulsadora o rpm de entrada, ne = ');
readln(n1);writeln;
write(' La potencia que se transmite o generada, HP = ');
readln(HP);writeln;
write(' Las rpm de la máquina impulsada o rpm de salida, ns = ');
readln(n2);writeln;
HPD:=HP*fs;
writeln(' La potencia de diseño HPD encontrada: ');writeln;
writeln(' HPD=HPxfs : HPD = ',HP:3:1,' x ',fs:1:2,' = ',HPD:3:2);
writeln;writeln;
writeln(' Ahora pasamos al siguiente gráfico para seleccionar el ');
writeln;
writeln(' tipo de correa con los siguientes valores:');writeln;writeln;
textcolor(red);
writeln(' En la horizontal -> HPD = ',HPD:3:1);writeln;

```

```

writeln('          y en la vertical -> r.p.m. = ',n1:4:1);
car:=readkey;textcolor(white);
clrscr;

INIC;

writeln;
writeln('          De la grafica se encontro que el tipo de correa es:');writeln;writeln;
writeln('          1. Tipo A ');writeln;
writeln('          2. Tipo B ');writeln;
writeln('          3. Tipo C ');writeln;
writeln('          4. Tipo D ');writeln;
writeln('          5. Tipo E ');writeln;writeln;
write('          El numeral a que corresponde es: ');
readln(Tipo);
if tipo = 1
then tip := 'A';
if Tipo = 2
then tip := 'B';
if Tipo = 3
then tip := 'C';
if Tipo = 4
then tip := 'D';
if Tipo = 5
then tip := 'E';

car:=readkey;
clrscr;

writeln;textcolor(red);
writeln('          TABLA 2. Diametro minimo recomendado para la polea ');
writeln('          menor ');writeln;textcolor(white);
writeln('          -----');
writeln('          Tipo          A          B          C          D          E ');
writeln('          D min        3          5,4        9          13         21 ');
writeln('          -----');writeln;
writeln;
writeln('          Para la correa hallada: ** tipo ',tip,' *** el valor del ');
writeln;
writeln('          diametro menor que se requiere de acuerdo a la tabla o ');
writeln;
write('          dependiendo de un diametro comercial menor es: ');
readln(D1);
car:=readkey;
clrscr;

if tipo = 1
then
Begin
x:=2.684;

```

```
y:=5.326;  
z:=0.0136;  
dL:=1.3;  
Kc:=0.561;  
Kb:=157;  
alfa := 34;  
end;
```

```
if tipo = 2  
then  
Begin  
x:=4.737;  
y:=13.962;  
z:=0.0234;  
dL:=1.8;  
Kc:=0.965;  
Kb:=406;  
if D1=7  
then  
alfa := 38;  
alfa:= 34;  
end;
```

```
if tipo = 3  
then  
Begin  
x:=8.792;  
y:=38.819;  
z:=0.0416;  
dL:=2.9;  
Kc:=1.716;  
Kb:=1112;  
if D1=12  
then  
alfa := 38;  
alfa:= 34;  
end;
```

```
if tipo = 4  
then  
Begin  
x:=18.788;  
y:=137.70;  
z:=0.0848;  
dL:=3.5;  
Kc:=3.498;  
Kb:=3873;  
if D1=17  
then  
alfa := 38;  
alfa:= 34;
```

```

end;

if tipo = 5
then
Begin
x:=27.478;
y:=263.04;
z:=0.1222;
dL:=4.5;
Kc:=5.041;
Kb:=7332;
if D1=24
then
alfa := 38;
alfa:= 36;
end;

writeln;textcolor(red);
writeln('          TABLA 3. Factor de relacion de diametros ');writeln;
textcolor(white);
writeln(' ----- ');
writeln('          D2/D1=i          Kd          D2/D1=i          Kd ');
writeln(' ----- ');
writeln('          1.000 - 1.019          1.00          1.223 - 1.274          1.08 ');
writeln('          1.020 - 1.031          1.001          1.275 - 1.340          1.09 ');
writeln('          1.033 - 1.055          1.02          1.341 - 1.492          1.10 ');
writeln('          1.056 - 1.081          1.03          1.430 - 1.562          1.11 ');
writeln('          1.082 - 1.109          1.04          1.563 - 1.814          1.12 ');
writeln('          1.110 - 1.142          1.05          1.815 - 2.948          1.13 ');
writeln('          1.143 - 1.178          1.06          2.949 y mas          1.14 ');
writeln('          1.179 - 1.222          1.07          ');
writeln(' ----- ');
writeln;
i:=n1/n2;
writeln('          *** D2/D1 = i = ',i:2:3,' relacion transmision ***');
writeln;
write('          De la Tabla 3 se escoge un factor Kd = ');
readln(Kd);
car:=readkey;
clrscr;

{Velocidad de la correa}
V := pi*D1*n1/12;
aa:=(pow(10,3))/V;
HPn := (x*pow(aa,0.09) - y/(Kd*D1) - z*V*V/(pow(10,6)))*V/(pow(10,3));

writeln;
writeln('          La velocidad de la correa:  V = 3,1416*D1*n1/60 ');
writeln;
writeln('          Velocidad de la correa, V = ',V:4:2,' pie/min');
writeln;writeln;

```

```

writeln('      Se calcula ahora la potencia nominal transmitida HPn ');
writeln;
writeln('      HPn = (x*(10^3/V)^0,09 - y/(Kd*D1) - zV^2/(10^6)*V/10^3');
writeln;
writeln('      Los valores de x, y , z para correa tipo ',tip,' son: ');writeln;
writeln('      x = ',x:1:3,' y = ',y:1:3,' z = ',z:1:4);writeln;
writeln('      factor Kd = ',Kd:1:3,' D1 = ',D1:2:1);writeln;writeln;
writeln('      Reemplazando valores se obtiene ');writeln;
writeln('      Potencia nominal transmitida: ');writeln;textcolor(red);
writeln('      HPn = ',Hpn:3:2);textcolor(white);
car:=readkey;
clrscr;

D2 := n1*D1/n2;
Ce1 := i*D1;
Ce2 := (D2+3*D1)/2;
writeln;
writeln('      El diametro de la polea mayor, D2 = n1*D1/n2');writeln;
writeln('      D2 = ',D2:3:1,' pg. ');writeln;writeln;
writeln('      Ahora hallamos la distancia entre centros, C:');writeln;
writeln('      C > D2 = iD1 = ',i:2:3,' * ',D1:2:1);writeln;
writeln('      C = ',Ce1:3:2,' pg. ; o otra forma:');writeln;
writeln('      C > (D2 + 3D1)/2 = (',D2:1:1,' + 3*',D1:1:1,')/2');writeln;
writeln('      C = ',Ce2:3:2,' pg. ');writeln;
writeln('      Se escoge el mayor de los dos valores de C:');writeln;

if Ce1>Ce2
then
begin
writeln('      ',Ce1:3:2,' pg. > ',Ce2:3:2,' pg. ');writeln;
Ce := Ce1;
writeln('      Distancia entre centros, C = ',Ce:3:0,' pg. ');writeln;
end;
if Ce2>Ce1
then
begin
writeln('      ',Ce2:3:2,' pg. > ',Ce1:3:2,' pg. ');writeln;
Ce := Ce2;
writeln('      Distancia entre centros, C = ',Ce:3:0,' pg. ');writeln;
end;
car:=readkey;
clrscr;

writeln;
writeln('      Ahora se procede al calculo de la longitud de la correa, L:');
writeln;
writeln('      L = 2C + 3,1416(D2+D1)/2 + (D2-D1)^2/4C');writeln;
L := 2*Ce + pi*(D2+D1)/2 + (D2-D1)*(D2-D1)/(4*Ce);
writeln('      L = ',L:3:3,' pg. ');writeln;writeln;
writeln('      Longitud interna de la correa:');writeln;
writeln('      Li = L - dL ');writeln;writeln;

```

```

writeln('      Para tipo ',tip,' : dL = ',dL:2:1);writeln;
writeln('      Li = L - dL ');writeln;
writeln('      Li = ',L:3:3,' - ',dL:2:1);writeln;writeln;
Li := L - dL;
writeln('      Li = ',Li:3:3,' pg. ');
car:=readkey;
clrscr;

writeln;textcolor(red);
writeln('      TABLA 4. Longitudes normalizadas de las correas en V');
writeln;textcolor(white);
writeln('      -----');
writeln('      Tipo          Longitud de circunferencia interior en pg. ');
writeln('      -----');
writeln('      A          26,33,35,38,42,46,51,55,60,68,75,80,85,90, ');
writeln('      96,105,112,120,128. ');
writeln('      B          35,38,42,46,51,55,60,68,75,80,85,90,96, ');
writeln('      105,112,120,128,144,158,173,180,195,210, ');
writeln('      240,270,300. ');
writeln('      C          51,60,68,75,81,85,90,95,105,112,128,144, ');
writeln('      158,173,180,195,210,240,270,300,330,360, ');
writeln('      390,420. ');
writeln('      D          120,128,144,158,173,180,195,210,240,270, ');
writeln('      300,330,360,390,420,480,540,600,660. ');
writeln('      E          180,195,210,240,270,300,330,360,390,420, ');
writeln('      480,540,600,660. ');
writeln('      -----');
writeln;
writeln('      De la tabla con correa tipo ',tip,' se escoge una longitud ');
writeln;
write('      aproximada a ',L:3:3,' pg. El valor escogido es: ');
readln(Li);
car:=readkey;
clrscr;

L:= Li + dL;

BB:= 4*L - 2*pi*(D2 + D1);
Ce := (BB+sqrt(BB*BB-32*(D2-D1)*(D2-D1)))/16;
writeln;writeln;
writeln('      Ahora recalculando se obtienen los siguientes valores:');writeln;
writeln('      L = Li + dL = ',Li:3:3,' + ',dL:1:2);writeln;
writeln('      L = ',L:3:3,' pg. ');writeln;writeln;
writeln('      Nueva distancia entre centros: ');writeln;
writeln('      B = 4*L - 2*3,1416*(D2 + D1) ');writeln;
writeln('      B = ',bb:3:3);writeln;writeln;
writeln('      C = (B+/(B^2-32*(D2-D1)^2))/16 ');writeln;
writeln('      La nueva distancia entre centros queda: ');writeln;
writeln('      C = ',Ce:2:0,' pg. ');
car:=readkey;
clrscr;

```



```

writeln('      Ahora se calcula el factor de correcion por angulo');
writeln;
writeln('      (D2 - D1)/C = (',D2:3:1,' - ',D1:3:1,')/',Ce:3:2);
writeln;
fca:=(D2 - D1)/Ce;
writeln('      (D2 - D1)/C = ',fca:2:3);writeln;textcolor(red);writeln;
writeln('      TABLA 5. Factor de correcion por angulo ');writeln;
textcolor(white);
writeln('      ----- ');
writeln('      (D2-D1)/C   K0   (D2-D1)/C   K0   (D2-D1)/C   K0 ');
writeln('      ----- ');
writeln('      0           1       0,60       0,91   1,10       0,80 ');
writeln('      0,1         0,99     0,70       0,89   1,20       0,77 ');
writeln('      0,2         0,97     0,80       0,87   1,30       0,73 ');
writeln('      0,3         0,96     0,90       0,85   1,40       0,70 ');
writeln('      0,4         0,94     1,00       0,82   1,50       0,65 ');
writeln('      0,5         0,93');
writeln('      ----- ');
writeln;
write('      Con el valor de (D2-D1)/C = ',fca:3:2,' K0 de la tabla es: ');
readln(Kt);
car:=readkey;
clrscr;

if Li<=81
then ta;
if Li<=210
then tb;
if Li<=660
then tc;
if Li>660
then
writeln('      La longitud Li no se hallo de la tabla de normalizacion');

HPr:= Kt*Kl*HPn;
m:=HPD/HPr;
writeln('      Ahora la potencia corregida HPr es:');
writeln;
writeln('      HPr = K0*Kl*HPn = ',Kt:1:3,' * ',Kl:1:2,' * ',HPn:2:1);
writeln;
writeln('      HPr = ',HPr:2:1,' HP');
writeln;
writeln('      Ahora el numero de correas por la siguiente ecuacion:');
writeln;
writeln('      m = numero de correas;    m = HPD/HPr ');
writeln;
writeln('      m = ',HPD:2:1,'/',HPr:2:1,' son necesarias m = ',m:2:0,' correas');
writeln;
writeln('      DURACION DE VIDA DE LAS CORREAS: ');writeln;
writeln('      Calculo de la carga centrifuga:');writeln;
Fc:=Kc*SQR((V/1000));

```

```

writeln('      Fc = Kc * (V/1000)^2 ');writeln;
writeln('      Fc = ',Kc:1:3,' * (',V:4:2,'/1000)^2');writeln;
writeln('      Kc = ',Kc:1:3,' para correa tipo ',tip);writeln;
writeln('      Fc = ',Fc:2:2,' lbs');writeln;
car:=readkey;
clrscr;

writeln;
writeln('      Calculo de la carga producida por la flexion: ');writeln;
writeln('      Fb1 = Kb/D1');writeln;
writeln('      Kb es el factor para correa tipo ',tip,' Kb = ',Kb:4:0);
writeln;
Fb1:=Kb/D1;
Fb2:=Kb/D2;
writeln('      Fb1 = ',Kb:4:0,'/',D1:2:1);writeln;
writeln('      Fb1 = ',Fb1:4:2,' lbs');writeln;writeln;
writeln('      Fb2 = Kb/D2');writeln;
writeln('      Fb2 = ',Kb:4:0,'/',D2:2:1);writeln;
writeln('      Fb2 = ',Fb2:4:2,' lbs');writeln;writeln;
writeln('      f = u/Sen(a/2) ');writeln;
writeln('      u = coeficiente friccion, se halla en la siguiente tabla');
car:=readkey;
clrscr;

textcolor(red);
writeln;
writeln('      TABLA 7. Coeficiente de rozamiento ');writeln;textcolor(white);
writeln('      ----- ');
writeln('      Material de la correa      Acero o fundicion ');
writeln('      Limpio Humedo Grasa Aceite ');
writeln('      seco ');
writeln('      ----- ');
writeln('      Cuero curtido en roble 0.25 0.20 0.15 0.12 ');
writeln('      Cuero curtido en cromo 0.40 0.35 0.25 0.20 ');
writeln('      o mineral');
writeln('      Caucho 0.30 0.18 - - ');
writeln('      Lona 0.20 0.15 0.12 0.10 ');
writeln('      Tejido de algodón 0.22 0.15 0.12 0.10 ');
writeln('      Balata 0.32 0.20 - - ');
writeln('      Caucho - Lona 0.35 0.20 - - ');
writeln('      ----- ');
writeln;
write('      El coeficiente de friccion seleccionado es: ');
readln(u);
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      f = u/Sen(a/2) ');writeln;
f:= u/(Sin(alfa*pi/(2*180)));
writeln('      f = ',u:1:2,'/Sen(',alfa:2:0,'/2)');writeln;
writeln('      f = ',f:1:3);writeln;

```

```

teta1:=pi - (D2-D1)/Ce;
teta2:=pi + (D2-D1)/Ce;
ft1:=f*teta1;
ft2:=u*teta2;
if ft1>ft2
then
f:=ft1;
if ft2>ft1
then
f:=ft2;

writeln('      D = 3,1416 - (D2 - D1)/C ');writeln;
writeln('      D = 3,1416 - (' ,D2:2:1,' - ' ,D1:2:1,')/' ,Ce:3:2);writeln;
writeln('      D = ' ,teta1:1:4,' radianes');writeln;
writeln('      D = 3,1416 + (D2 - D1)/C ');writeln;
writeln('      D = 3,1416 + (' ,D2:2:1,' + ' ,D1:2:1,')/' ,Ce:3:2);writeln;
writeln('      D = ' ,teta2:1:4,' radianes');writeln;
writeln('      Ahora fD = f1D o uD');writeln;
writeln('      fD = ' ,f:1:3);writeln;
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      K = Fc/3,1416 ');writeln;
K := Fc/pi;
writeln('      K = ' ,Fc:2:3,'/3.1416');writeln;
writeln('      K = ' ,K:2:3);writeln;
writeln('      Calculo de la tension en el ramal tenso:');writeln;
writeln('      F1 = K + 33000*HPD*e^fD/(m*V*(e^fD-1));writeln;
ft1:=K+33000*HPD*pow(2.718281828,f)/(m*V*(pow(2.718281828,f)-1));
writeln('      F1 = ' ,ft1:4:2,' lbs');writeln;
writeln('      Ahora las cargas picos son:');writeln;
writeln('      Fp1 = Fc + F1 + Fb1 ');writeln;
Fp1 := Fc + Ft1 + Fb1;
writeln('      Fp1 = ' ,Fc:3:2,' + ' ,Ft1:4:2,' + ' ,Fb1:4:2);writeln;
writeln('      Fp1 = Fc + F1 + Fb1 ');writeln;textcolor(red);
writeln('      Fp1 = ' ,Fp1:4:2,' lbs');writeln;textcolor(white);
Fp2 := Fc + Ft1 + Fb2;
writeln('      Fp2 = ' ,Fc:3:2,' + ' ,Ft1:4:2,' + ' ,Fb2:4:2);textcolor(red);
writeln('      Fp2 = ' ,Fp2:4:2,' lbs');textcolor(white);
car:=readkey;
clrscr;
inic2;

write('      El valor de N1 hallado de la grafica es: ');
readln(NN1);writeln;
write('      El valor de N2 hallado de la grafica es: ');
readln(NN2);writeln;
writeln('      N = N1*NN2/(N1 + N2)');writeln;
N:= NN1*NN2/(NN1+NN2);
writeln('      N = ' ,NN1:8:0,' * ' ,NN2:8:0,'/(' ,NN1:8:0,' + ' ,NN2:8:0,')');writeln;
writeln('      N = ' ,N:8:0,' ciclos');writeln;

```

```

writeln('      Duracion en horas:   Lh = N/(60*n) ');writeln;
vv:=12*V/L;
writeln('      Lh = ',N,'/(60*',vv:4:1,')');writeln;
Lh:=N/(60*vv);
writeln('      Lh = ',Lh:4:1,' horas');writeln;
writeln('      Duracion en dias:      Ld = Lh/24');writeln;
Ld:=Lh/24;
writeln('      Ld = ',Ld:4:1,' dias');writeln;
writeln('      Duracion en años:      La = Ld/365');writeln;
La:=Ld/365;
writeln('      La = ',La:4:1,' años');writeln;TEXTCOLOR(RED);
write('      DESEA VOLVER A REALIZAR CALCULOS DE CORREAS (S/N)? ');
READLN(CAR);textcolor(white);
clrscr;

Until Car = 'N';
End.

```

#### 4. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE JUNTAS CON EMPAQUES

```
program empaques(entrada,salida);
```

```
Uses crt,dos;
```

```
Var
```

```
d,serie,SINO:String;
```

```
coma,pres,car:char;
```

```
te,Fd,Fs,Fse,F,Fi,Ar,At,nt,Sp,Sy,Su,nh,p,dr,dn,esfe,esfa,esfm:real;
```

```
dm,esf,tau,T,Pre,K,Ep,dia,De,Ct,Lp1,Lp2,Et,Ft,Ap1,Ap2,At1,At2:real;
```

```
Db,Kp,Kt,S1,S2,HH,h,A1,A2,dL,L1,L2,Fmax,Fmin,Premax,Premin:real;
```

```
Cp,q,Ae,Qs,Qd,Dee,bo,b,D0,D1,a,Kf,Fa,Fm,Se,fbm,fba,nu,nj,seg,m,Y:Real;
```

```
Pa,Fe,Dor,Doe,Ao:Real;
```

```
rosca,tipo,SAE,carg,sec,opr:Integer;
```

```
procedure tablaFs;
```

```
Begin
```

```
textcolor(red);writeln;
```

```
writeln('          TABLA 1. Factores de servicio, Fs');writeln;
```

```
textcolor(white);
```

```
writeln;
```

```
writeln('          ----- ');
```

```
writeln('          Tipo de Carga          Factor de          Tipo de ');
```

```
writeln('          servicio          Trabajo');
```

```
writeln('          ----- ');
```

```
writeln('          Sin choque o          1.00 a 1.25          Liviano o ');
```

```
writeln('          choques livianos          Ligero ');writeln;
```

```
writeln('          Con choques medianos  1.25 a 1.50          Mediano o ');
```

```
writeln('          moderados          moderado ');writeln;
```

```
writeln('          Choques fuertes          1.50 a 2.00          Pesados ');
```

```
writeln('          ----- ');
```

```
writeln;
```

```
write('          El factor de servicio seleccionado es:          Fs = ');
```

```
readln(fs);
```

```
car:=readkey;
```

```
clrscr;
```

end;

procedure tablafse;

Begin

textcolor(red);writeln;

writeln(' TABLA 2. Factores de Seguridad, N');writeln;

textcolor(white);

writeln;

MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA	N
Materiales bien conocidos usados en condiciones controladas y sometidos a cargas y esfuerzos obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es una condicion importante	1.25 a 1.5
Materiales bien conocidos usados en condiciones ambientales razonablemente constantes, sometidos a cargas y esfuerzos determinados facilmente.	1.4 a 2.0
Materiales no conocidos o no utilizados previamente, usados en condiciones promedio de carga esfuerzos y ambiente.	3.0 a 4.0
Materiales mejor conocidos, usados en condiciones inciertas de carga, esfuerzo y ambiente.	3.0 a 4.0

writeln;

write(' El factor de seguridad seleccionado es: FS = ');

readln(fse);

car:=readkey;

clrscr;

end;

procedure tablator;

Begin

textcolor(red);

writeln(' TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero');

textcolor(white);

writeln;

GRADO SAE Num	INTERVALO DE TAMAÑOS Inclusive pulg.	MATERIAL
1) 1	1/4- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
2) 2	1/4- 3/4	Acero de mediano o bajo carbono
3)	7/8- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
4) 4	1/4- 1 1/2	Acero de mediano carbono estirado en frio
5) 5	1/4- 1	Acero de mediano carbono temp. y reven.
6)	1 1/8- 1 1/2	Acero de mediano carbono temp. y reven.

```

Writeln('  7) 5.2    1/4- 1    Acero martensitico de bajo carbono ');
Writeln('  8) 7      1/4 -1 1/2  Acero de aleacion de mediano carbono ');
Writeln('  9) 8      1/4 -1 1/2  Acero de aleacion de mediano carbono ');
Writeln(' 10) 8.2    1/4 -1      Acero martensitico de bajo carbono ');
Writeln(' 11) A354    1/4 - 4      Acero de aleacion Templ. y Revenido');
Writeln(' 12) A449    3/4 - 3      Acero de mediano carbono Templ. y Reven. ');
Writeln(' 13) A490    1/2 - 1 1/2  Acero de aleacion templado y revenido');
Writeln(' ----- ');
writeln;
write('          El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: ');
readln(SAE);
car:=readkey;
clrscr;

If SAE = 1
then
Begin
Sp:=33000;Su:=60000;Sy:=60000;sino:= 'GRADO 1';
end;

If SAE = 2
then
Begin
Sp:=55000;Su:=74000;Sy:=57000;sino:= 'GRADO 2';
end;

If SAE = 3
then
Begin
Sp:=33000;Su:=60000;Sy:=36000;sino:= 'GRADO 2';
end;

If SAE = 4
then
Begin
Sp:=65000;Su:=115000;Sy:=100000;sino:= 'GRADO 4';
end;

If SAE = 5
then
Begin
Sp:=85000;Su:=120000;Sy:=92000;sino:= 'GRADO 5';
end;

If SAE = 6
then
Begin
Sp:=74000;Su:=105000;Sy:=81000;sino:= 'GRADO 5';
end;

If SAE = 7

```

```

then
Begin
Sp:=85000;Su:=120000;Sy:=92000;sino:= 'GRADO 5.2';
end;

If SAE = 8
then
Begin
Sp:=105000;Su:=133000;Sy:=115000;sino:= 'GRADO 7';
end;

If SAE = 9
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO 8';
end;

If SAE = 10
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO 8.2';
end;

If SAE = 11
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO A354';
end;

If SAE = 12
then
Begin
Sp:=55000;Su:=90000;Sy:=58000;sino:= 'GRADO A449';
end;

If SAE = 13
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO A490';
end;
end;

procedure seguridad;
Begin
textcolor(red);
writeln('          TABLA 5.  Valores recomendados para la fuerza de apriete');
textcolor(white);
writeln('          -----');
writeln('          Presion de Trabajo          Fi          ');
writeln('          K          x  Fd          ');
writeln('          -----');

```



```

writeln('      < 30 lb/pulg²          (1.0 a 1.25) x Fd ');
writeln('      50 a 100 lb/pulg²       (1.25 a 1.65) x Fd ');
writeln('      100 a 600 lb/pulg²         (1.65 a 3.3) x Fd ');
writeln('      > 600 lb/pulg²             (3.3 a 10.0) x Fd ');
writeln('      -----');
textcolor(lightred);
writeln('      Para una presion de ',Pre:6:0,' lb/pulg²: ');
write('      el valor del factor K de la tabla anterior es: ');
readln(K);textcolor(white);
clrscr;
Fi:=Fd*K;
writeln;
write('      Suponer inicialmente un valor de Ct: 0.5 < Ct < 1: ');
readln(ct);writeln;writeln;
writeln('      La carga de diseño es:   Fd = F*Fs ');writeln;
writeln('      Fd = ',F:4:1,' * ',Fs:1:2);writeln;
writeln('      Fd = ',Fd:4:1,' lbs');writeln;
writeln('      Fi = K*Fd');writeln;
writeln('      Fi = ',K:1:3,'*',Fd:4:1);writeln;
writeln('      Fi = ',Fi:4:1,' lbs');writeln;
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      Calculo del diametro efectivo del empaque');writeln;
writeln('      Diametro exterior del empaque:');
writeln('      Do = D2 - 1/4 ');writeln;
D0:=De - 1/4;
writeln('      Do = ',De:1:3,' - 1/4');writeln;
writeln('      Do = ',D0:1:3);writeln;
writeln('      Diametro interior del empaque:');
writeln('      D1 = Di + 1/4 ');writeln;
D1:=dia + 1/4;
writeln('      D1 = ',Dia:1:3,' + 1/4');writeln;
writeln('      D1 = ',D1:1:3);writeln;
writeln('      El ancho efectivo del empaque:');writeln;
writeln('      a = (Do - D1)/2 ');writeln;
a:=(D0 - D1)/2;
writeln('      a = (',D0:1:3,' - ',D1:1:3,')/2');writeln;
writeln('      a = ',a:1:3);writeln;
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      bo = a/2 ');writeln;
bo:=a/2;
writeln('      bo = ',a:1:3,'/ 2');writeln;
writeln('      bo = ',bo:1:3);writeln;
if bo > 0.25 then
begin
b:=bo/2;
writeln('      como bo > 0.25 => b = bo/2 = ',b:1:4,' pulg. ');
writeln;

```

```

end;
if bo < 0.25 then
begin
b:=bo;
writeln('      como bo < 0.25 => b = bo = ',b:1:4,' pulg. ');
writeln;
end;
writeln('      Ahora el Diametro efectivo del empaque, De es: ');
writeln('      De = Do - 2 b ');writeln;
writeln('      De = ',D0:1:3,' - 2*',b:1:4);writeln;
Dee:=D0 - 2*b;
writeln('      De = ',Dee:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Calculo de la carga real o de servicio, Qs: ');
writeln('      Qs = Pi*Ae; Ae =  $\pi D^2 e / 4$  => Ae =  $\pi *$ ,Dee:1:3,'^2/4');writeln;
Ae:=pi*Dee*Dee/4;
Qs:= Pre*Ae;
writeln('      Ae = ',Ae:1:4,' pg^2 ');writeln;
writeln('      Qs = ',Pre:4:1,'*',Ae:1:4);writeln;
writeln('      Qs = ',Qs:4:2,' lbs ');
car:=readkey;
clrscr;
writeln('      Verificacion de la hermeticidad de la junta: ');writeln;
writeln('      Fi/Qs determina la seguridad de la junta: Fi/Qs < 1 ');writeln;
writeln('      Fi/Qs = ',Fi:4:1,'/',Qs:4:1);writeln;
Seg:=Fi/Qs;
writeln('      Fi/Qs = ',Seg:2:2);writeln;
if seg > 1
then
Begin
writeln('      La junta es segura: ',seg:1:3,' > 1 ');
writeln;
car:=readkey;
clrscr;
end;

if seg < 1
then
Begin
writeln('      La junta no es segura: ',seg:1:3,' < 1, de un valor ');
writeln;
writeln('      mayor a K en la siguiente tabla: K > ',k:1:3);writeln;
car:=readkey;
clrscr;
end;
end;

procedure roscas;
Begin
if rosca = 1 {Rosca serie basta UNC}
then

```

```

begin
if Ar < 0.00264
then
Begin
d:='1';dn:=0.073;nh:=64;At:=0.00263;Ar:=0.00218;
end;

if Ar >= 0.00264 then if Ar < 0.00358
then
Begin
d:='2';dn:=0.086;nh:=56;At:=0.00370;Ar:=0.00310;
end;

if Ar >= 0.00358 then if Ar < 0.00451
then
Begin
d:='3';dn:=0.099;nh:=48;At:=0.00487;Ar:=0.00406;
end;

if Ar >= 0.00451 then if Ar < 0.00584
then
Begin
d:='4';dn:=0.112;nh:=40;At:=0.00604;Ar:=0.00496;
end;

if Ar >= 0.00584 then if Ar < 0.00708
then
Begin
d:='5';dn:=0.125;nh:=40;At:=0.00796;Ar:=0.00672;
end;

if Ar >= 0.00708 then if Ar < 0.00970
then
Begin
d:='6';dn:=0.138;nh:=32;At:=0.00909;Ar:=0.00745;
end;

if Ar >= 0.00970 then if Ar < 0.01323
then
Begin
d:='8';dn:=0.164;nh:=32;At:=0.0140;Ar:=0.01196;
end;

if Ar >= 0.01323 then if Ar < 0.01755
then
Begin
d:='10';dn:=0.190;nh:=24;At:=0.0175;Ar:=0.01450;
end;

if Ar >= 0.01755 then if Ar < 0.02375
then

```

```

Begin
d:='12';dn:=0.216;nh:=24;At:=0.0242;Ar:=0.0206;
end;

if Ar >= 0.02375 then if Ar < 0.0361
then
Begin
d:='1/4';dn:=0.25;nh:=20;At:=0.0318;Ar:=0.0269;
end;

if Ar >= 0.0361 then if Ar < 0.0566
then
Begin
d:='5/16';dn:=0.3125;nh:=18;At:=0.0524;Ar:=0.0454;
end;

if Ar >= 0.0566 then if Ar < 0.0805
then
Begin
d:='3/8';dn:=0.375;nh:=16;At:=0.0775;Ar:=0.0678;
end;

if Ar >= 0.0805 then if Ar < 0.1095
then
Begin
d:='7/16';dn:=0.4375;nh:=14;At:=0.1063;Ar:=0.0933;
end;

if Ar >= 0.1095 then if Ar < 0.1438
then
Begin
d:='1/2';dn:=0.50;nh:=13;At:=0.1419;Ar:=0.1257;
end;

if Ar >= 0.1438 then if Ar < 0.182
then
Begin
d:='9/16';dn:=0.5625;nh:=12;At:=0.182;Ar:=0.162;
end;

if Ar >= 0.182 then if Ar < 0.252
then
Begin
d:='5/8';dn:=0.625;nh:=11;At:=0.226;Ar:=0.202;
end;

if Ar >= 0.252 then if Ar < 0.36
then
Begin
d:='3/4';dn:=0.75;nh:=10;At:=0.334;Ar:=0.302;
end;

```

```

if Ar >= 0.36 then if Ar < 0.485
then
Begin
d:='7/8';dn:=0.875;nh:=9;At:=0.462;Ar:=0.419;
end;

if Ar >= 0.485 then if Ar < 0.720
then
Begin
d:='1';dn:=1;nh:=8;At:=0.606;Ar:=0.551;
end;

if Ar >= 0.720 then if Ar < 1.1
then
Begin
d:='1 1/4';dn:=1.25;nh:=7;At:=0.969;Ar:=0.890;
end;

if Ar >= 1.1
then
Begin
d:='1 1/2';dn:=1.5;nh:=6;At:=1.405;Ar:=1.294;
end;

Serie:= ' UNC';

end;

if rosca = 2 {Rosca serie fina UNF}
then
begin
if Ar < 0.00193
then
Begin
d:='0';dn:=0.06;nh:=80;At:=0.0018;Ar:=0.00151;
end;

if Ar >= 0.00193 then if Ar < 0.00288
then
Begin
d:='1';dn:=0.073;nh:=72;At:=0.00278;Ar:=0.00237;
end;

if Ar >= 0.00288 then if Ar < 0.00395
then
Begin
d:='2';dn:=0.086;nh:=64;At:=0.00394;Ar:=0.00339;
end;

if Ar >= 0.00395 then if Ar < 0.00508
then

```

```

Begin
d:='3';dn:=0.099;nh:=56;At:=0.00523;Ar:=0.00451;
end;

if Ar >= 0.00508 then if Ar < 0.00641
then
Begin
d:='4';dn:=0.112;nh:=48;At:=0.00661;Ar:=0.00566;
end;

if Ar >= 0.00641 then if Ar < 0.00795
then
Begin
d:='5';dn:=0.125;nh:=44;At:=0.0088;Ar:=0.00716;
end;

if Ar >= 0.00795 then if Ar < 0.01079
then
Begin
d:='6';dn:=0.138;nh:=40;At:=0.01015;Ar:=0.00874;
end;

if Ar >= 0.01079 then if Ar < 0.01517
then
Begin
d:='8';dn:=0.164;nh:=36;At:=0.01474;Ar:=0.01285;
end;

if Ar >= 0.01517 then if Ar < 0.02
then
Begin
d:='10';dn:=0.190;nh:=32;At:=0.02;Ar:=0.0175;
end;

if Ar >= 0.02 then if Ar < 0.0276
then
Begin
d:='12';dn:=0.216;nh:=28;At:=0.0258;Ar:=0.0226;
end;

if Ar >= 0.0276 then if Ar < 0.0425
then
Begin
d:='1/4';dn:=0.25;nh:=28;At:=0.0364;Ar:=0.0326;
end;

if Ar >= 0.0425 then if Ar < 0.0666
then
Begin
d:='5/16';dn:=0.3125;nh:=24;At:=0.0580;Ar:=0.0524;

```

```

end;

if Ar >= 0.0666 then if Ar < 0.0949
then
Begin
d:='3/8';dn:=0.375;nh:=24;At:=0.0878;Ar:=0.0809;
end;

if Ar >= 0.0949 then if Ar < 0.1288
then
Begin
d:='7/16';dn:=0.4375;nh:=20;At:=0.1178;Ar:=0.1090;
end;

if Ar >= 0.1288 then if Ar < 0.1688
then
Begin
d:='1/2';dn:=0.50;nh:=20;At:=0.1599;Ar:=0.1486;
end;

if Ar >= 0.1688 then if Ar < 0.214
then
Begin
d:='9/16';dn:=0.5625;nh:=18;At:=0.203;Ar:=0.189;
end;

if Ar >= 0.214 then if Ar < 0.295
then
Begin
d:='5/8';dn:=0.625;nh:=18;At:=0.256;Ar:=0.240;
end;

if Ar >= 0.295 then if Ar < 0.415
then
Begin
d:='3/4';dn:=0.75;nh:=16;At:=0.373;Ar:=0.351;
end;

if Ar >= 0.415 then if Ar < 0.552
then
Begin
d:='7/8';dn:=0.875;nh:=14;At:=0.509;Ar:=0.480;
end;

if Ar >= 0.552 then if Ar < 0.824
then
Begin
d:='1';dn:=1;nh:=12;At:=0.663;Ar:=0.625;
end;

if Ar >= 0.824 then if Ar < 1.275

```

```

then
Begin
d:='1 1/4';dn:=1.25;nh:=12;At:=1.703;Ar:=1.024;
end;

if Ar >= 1.275
then
Begin
d:='1 1/2';dn:=1.5;nh:=12;At:=1.581;Ar:=1.521;
end;

Serie:= 'UNF';

end; {Del if de rosca 2}

end; {Del procedure}

Procedure datosfinales;
Begin
p:=1/nh;
dr:=dn-1.299038*p;
dm:=dn-0.649519*p;
writeln('      El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: ',d);writeln;
writeln('      Cuyas características de roscas son:');writeln;
writeln('      Rosca ',Serie);writeln;
writeln('      El paso es, P = ',P:2:3,' pulg. ');writeln;
writeln('      Diametro mayor nominal d = ',dn:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Diametro menor dr = ',dr:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Diametro de paso dm = ',dm:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Numero de hilos por pulgada, n = ',nh:2:0,' hilos/pg. ');writeln;
writeln('      Area de esfuerzo de tension, At = ',At:1:5,' pg²');writeln;
writeln('      Area del diametro menor, Ar = ',Ar:1:5,' pg²');writeln;
textcolor(lightred);
writeln('      DESIGNACION: ',d,' - ',nh:2:0,' ',SERIE,' - ',SINO);
TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
if tipo = 1
then
begin
Fse:=Ar*Sp/Fd;
writeln('      El factor de seguridad es, N = ',Fse:2:1);writeln;
end;
end;

procedure valoresct;
Begin
writeln('      Ahora se recalcula el valor de Ct, con los nuevos');
writeln('      valores del diametro hallado');writeln;
write('      El modulo de elasticidad del material del empaque es ');
readln(Ep);writeln;
write('      El tornillo es 1) de seccion constante o 2) Seccion variable ');

```



```

readln(sec);writeln;
car:=readkey;clrscr;textcolor(red);writeln;writeln;
writeln('      TABLA 6. Deformacion de materiales no metalicos, q ');writeln;
textcolor(white);writeln;
writeln('-----');
writeln('                                Presion de compresion ');
writeln('      Material                1000  2000  2500  3000  4000  5000  6000  7000');
writeln('-----');
writeln('      Corcho - Caucho          0.54  0.60  0.61  0.62  0.64 ');
writeln('      Papel impregnado         0.42  0.46  0.47  0.48  0.49 ');
writeln('      Tela de asbesto cauchtda. 0.22  0.33  0.37  0.39  0.42  0.44  0.46  0.47 ');
writeln('      Fibra de asbesto         0.10  0.14  0.17  0.18  0.21  0.23  0.25  0.28 ');
writeln('      Caucho natural           0.06  0.08  0.09  0.10  0.13  0.16  0.21  0.26 ');
writeln('      Teflon                   0.01  0.03  0.04  0.05  0.08  0.14  0.23  0.35 ');
writeln('-----');
writeln;
write('      De la Tabla 6 el valor del coeficiente de deformacion q = ');
readln(q);
car:=readkey;
clrscr;

if sec = 1
then
begin
Kt:=At*Et/(Lp1+Lp2);
Kp:=Fi/(nt*q*te);
Ct:= Kt/(Kt+Kp);
end;

if sec = 2
then
Begin
A1:=pi*(dn*dn)/4;
A2:=Ar;
dL:=0.5*dn; {para carga estatica, para fatiga = dL = d}
textcolor(Red);
writeln('      TABLA 7. Dimensiones de pernos de cabeza cuadrada y Hexagonal ');writeln;
textcolor(white);
writeln('-----');
writeln('      Tamaño                TIPO DE CABEZA ');
writeln('      nominal  Cuadrada  Hexagonal  Regular  Hexagonal  Pesada');
writeln('      pulg.    S      h      S      h      Rmin    S      h      Rmin ');
writeln('-----');
writeln('      1/4      3/8    11/29  7/16    11/64    0.01 ');
writeln('      5/16     1/2     13/64  1/2     7/32     0.01 ');
writeln('      3/8      9/16     1/4    9/16     1/4      0.01 ');
writeln('      7/16     5/8     19/64  5/8     19/64     0.01 ');
writeln('      1/2      3/4     21/64  3/4     11/32     0.01  7/8     11/32    0.01 ');
writeln('      5/8     15/16    27/64  15/16    27/64     0.02  1 1/16   27/64    0.02 ');
writeln('      3/4      1 1/8    1/2    1 1/8    1/2      0.02  1 1/4     1/2      0.02 ');
writeln('      1        1 1/2    21/32  1 1/2    43/64     0.03  1 5/8     43/64    0.03 ');

```

```

writeln('      1 1/4  1 7/8  27/32  1 7/8  27/32  0.03  2  27/32  0.03 ');
writeln('      1 1/2  2 1/4   1   2 1/4   1   0.03  2 3/8   1   0.03 ');
writeln('      -----');
writeln;
writeln('      Si no aparece el tamaño nominal en la tabla d = ',d,' oprima 1');
write('      De lo contrario oprima el numero 2 = ');
readln(opr);
if opr = 1 then Begin
h:=(11/16)*dn;
S1:=1.5*dn;
end;
if opr = 2 then Begin
write('      Con tamaño nominal d = ',d,' dar el valor de h = ');
readln(h);
write('                        y dar el valor de S = ');
readln(S2);
end;
car:=readkey;
clrscr;

textcolor(Red);
writeln('      TABLA 8. Dimensiones de pernos de cabeza cuadrada');
writeln('      y Hexagonal ');textcolor(white);
writeln('      -----');
writeln('      Tamaño                                ALTURA H ');
writeln('      nominal Ancho Hexagonal Gruesa o Contratuerca');
writeln('      pulg.    S Regular Ranurada ');
writeln('      -----');
writeln('      1/4      7/16    7/32    9/32    5/32 ');
writeln('      5/16     1/2     17/64   21/64   3/16 ');
writeln('      3/8      9/16    21/64   13/32   7/32 ');
writeln('      7/16     11/16   3/8     29/64   1/4 ');
writeln('      1/2      3/4     7/16    9/16    5/16 ');
writeln('      5/8      15/16   35/64   23/32   3/8 ');
writeln('      3/4      1 1/8    41/64   13/16   27/64 ');
writeln('      7/8      1 5/16   3/4     23/32   31/64 ');
writeln('      1        1 1/2    55/64    1     35/64 ');
writeln('      1 1/4    1 7/8    1 1/16   1 1/4   23/32 ');
writeln('      1 1/2    2 1/4    1 9/32   1 1/2   27/32 ');
writeln('      -----');
writeln;
writeln('      Si no aparece el tamaño nominal en la tabla d = ',d,' oprima 1');
write('      De lo contrario oprima el numero 2 = ');
readln(opr);
if opr = 1 then Begin
HH:=(7/8)*dn;
S2:=1.7*dn;
end;
if opr = 2 then Begin
write('      Con tamaño nominal d = ',d,' dar el valor de H = ');
readln(HH);

```

```

write('                                y dar el valor de S = ');
readln(S2);
end;
car:=readkey;
clrscr;
L1:=((Lp1+Lp2)-dL)+h/2;
L2:=dL+HH/2;
Kt:=(A1*A2*Et)/(A2*L1+A1*L2);
Kp:=Fi/(nt*q*te);
Ct:= Kt/(Kp+Kt);

end; {del if de sec = 2}
end;

BEGIN
clrscr;
Repeat
writeln;
textcolor(red);
writeln('                                JUNTAS CON EMPAQUETADURA');writeln;
textcolor(white);writeln;
writeln('    Los empaques son elementos elasticos que se localizan entre');
writeln('    superficies rigidas para formar uniones hermeticas o estancas');
writeln('    con el fin de impedir fugas e ingresos de particulas extrañas. ');
writeln;
writeln('    Un empaque debe garantizar un sello eficiente, durable y econo- ');
writeln('    El empaque debe ser:                                ');writeln;
writeln('    a) Resistente al fluido manipulado en el sistema ');
writeln('    b) Resistente a la presion producida por los tornillos de ');
writeln('    apriete. ');
writeln('    c) Deformable, para cubrir las irregularidades de las super- ');
writeln('    ficies de union.                                ');
writeln;writeln;
writeln('    Las juntas donde se emplean empaques pueden ser estaticas o ');
writeln('    dinamicas. Es estatica cuando las partes que la conforman per- ');
writeln('    manecen fijas entre si, y dinamica cuando al menos una de las ');
writeln('    partes es movil. ');writeln;writeln;
car:=readkey;
clrscr;
tablafs;
tablafse;
tablator;
textcolor(red);
writeln('    TABLA 4. Factor de Empaque "m" y Limite de fluencia para empaques "Y" ');
textcolor(white);
writeln('    -----');
writeln('    MATERIAL                                "m"      "Y" ');
writeln('    ');
writeln('    -----');
writeln('    Lamina Caucho blando                    0.5      0 ');

```

```

Writeln('      Lamina Caucho duro                1.0      180  ');
writeln('      Caucho blando y tela de algodón      0.75     50  ');
writeln('      Caucho duro y tela de algodón          1.25    400  ');
writeln('      Tela de fibras vegetales, Cañamo        1.75   1120  ');
writeln('      Lana de asbesto con caucho y refor. alambre: 3 capas 2.25  2200  ');
writeln('                                           2 capas 2.50  2880  ');
writeln('                                           1 capa  2.75  3650  ');
writeln('      Asbestos compuestos  asbestos comprimidos: 1/8 esp. 2.00  1620  ');
writeln('                                           1/16 esp. 2.75  3650  ');
writeln('                                           1/32 esp. 3.50  6480  ');
writeln('      Devanado en espiral relleno con asb. Ac.Cr      2.50  2880  ');
writeln('                                           Ka 25 y S5316      3.00  4500  ');
writeln('      Acero perfilado relleno de asbesto          2.75  3650  ');
writeln('      Metal relleno de asbesto - aluminio blando    2.50  2880  ');
writeln('                                           - Cobre y bronce blando 2.75  3650  ');
writeln('      -----');
textcolor(lightred);
write('      De la Tabla dar el valor de m :          m =  ');
readln(m);writeln;textcolor(white);
write('      De la Tabla dar el valor de Y          Y =  ');
readln(Y);
clrscr;

write('      El espesor del empaque es: (pg.)          te =  ');
readln(te);writeln;
write('      La presion en el interior en lb/pg² es      Pi =  ');
readln(Pi);writeln;
write('      El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d =  ');
readln(dia);writeln;
F:=Pre*pi*dia*dia/4;
write('      El diametro del circulo de colocacion de los tornillos =  ');
readln(Db);writeln;
write('      El diametro del circulo exterior de la tapa      =  ');
readln(De);writeln;
write('      El espesor de la placa superior es:          Lp1 =  ');
readln(Lp1);
write('      El espesor de la placa inferior es:          Lp2 =  ');
readln(Lp2);
Fd:=F*Fs;
repeat
repeat
seguridad;
until seg)1;

Qd:=Qs*Fs;
writeln('      La carga de diseño, Qd = Qs*Fs = ',Qs:4:1,'*',Fs:1:2);writeln;
writeln('      Qd = ',Qd:4:1,' lbs');writeln;
writeln('      Area de esfuerzo de tension del tornillo:');writeln;
writeln('      Ar = (Fi + Ct*N*Qd)/(Sp)');writeln;
writeln('      Ar = ( ',Fi:4:1,'+',Ct:1:5,'*',Fse:1:3,'*',Qd:4:1,')/',Sp:6:0);
writeln;

```

```

Ar:=(Fi+Ct*Fse*Qd)/Sp;
writeln('      Ar = ',Ar:1:5);writeln;writeln;
write('      Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : ');
readln(rosca);
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
nt:=pi*Db/(5*dn);
writeln;
writeln('      El numero de tornillos recomendado es: ');writeln;writeln;
writeln('      nt = x*Db/(5*d)');writeln;
writeln('      nt = ',nt:3:0);writeln;writeln;
writeln('      El Ar del tornillo se calcula por medio de:');writeln;writeln;
writeln('      Ar = (Fi + Ct*N*Qd)/(nt*Sp)');writeln;
Ar:=(Fi+Ct*Fse*Qd)/(nt*Sp);
writeln('      Ar = (',Fi:4:1,' + ',Ct:1:2,'*',Fse:1:2,'*',Qd:4:1,')/(',Sp:6:0,'*',nt:3:0,')');
writeln;writeln;
writeln('      Ar = ',Ar:1:5,' pulg');writeln;
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
Et:=30e6;
valoresct;
writeln('      El nuevo valor de Ct recalculado es: Ct = ',Ct:1:5);
writeln;
writeln('      La constante elastica de las partes, Cp:');writeln;
writeln('      Cp = 1 - Ct = 1 - ',Ct:1:5);writeln;
writeln('      Cp = 1 - ',Ct:1:5);writeln;
Cp:=1 - Ct;
writeln('      Cp = ',Cp:1:5);writeln;
writeln('      La fuerza total que soportan los tornillos:');writeln;
writeln('      Ft = Fi + Ct*Qd = ',Fi:4:1,' + ',Ct:1:5,'*',Qd:4:1);writeln;
Ft:=Fi + Ct*Qd;
writeln('      Ft = ',Ft:4:1,' lbs');writeln;
writeln('      La fuerza que actua sobre el empaque, Fe:');writeln;
writeln('      Fe = Fi - Cp*Qd ');writeln;
writeln('      Fe = ',Fi:4:1,' - ',Cp:1:5,'*',Qd:4:1);writeln;
Fe:=Fi-Cp*Qd;
writeln('      Fe = ',Fe:4:1,' lbs');writeln;
car:=readkey;
clrscr;
writeln('      El area efectiva del empaque:');writeln;
writeln('      Dor = Db - d');writeln;
writeln('      Dor = ',Db:2:3,' - ',dn:1:4);
Dor:=Db - dn;

```

```

writeln('      Dor = ',Dor:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Doe = Dor - 2*b ');
writeln('      Doe = ',Dor:2:3,' - 2*',b:1:4);
Doe:=Dor - 2*b;
writeln('      Doe = ',Doe:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Ao = (pi/4)(Dor^2 - Doe^2) ');
writeln('      Ao = (pi/4)*( ',Dor:1:4,'^2 - ',Doe:1:4,'^2) ');
Ao:=(pi/4)*(Dor*Dor-Doe*Doe);
writeln('      Ao = ',Ao:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Chequeo de la presion de asiento: ');
writeln('      Pa < Pminima requeridad:  Pa < ',Y:4:1);
writeln('      Pa = Fe/Ao ');
Pa:=Fe/Ao;
writeln('      Pa = ',Pa:4:1);
if Pa > Y
then
writeln('      Esta bien diseñado y la junta es hermetica ');
if Pa < Y
then
Begin
writeln('      Mal diseño, la junta no es hermetica, de un K > ',K:1:3);
car:=readkey;
clrscr;
end;
writeln;
until Pa>Y;

textcolor(red);
write('      Quiere seguir Calculando juntas con emagues (S/N)?: ');
readln(car);textcolor(white);
clrscr;

until
car = 'N';
end.

```

## 5. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE TORNILLOS DE SUJECION

```
PROGRAM TORNILLOS(ENTRADA,SALIDA);
```

```
USES CRT,DOS;
```

```
VAR
```

```
d,serie,SINO:String;
```

```
pres,car:char;
```

```
Fd,Fs,Fse,F,Fi,Ar,At,Sp,Sy,Su,nh,p,dr,dn,nt,esfe,esfa,esfm:real;
```

```
dm,esf,tau,T,Pre,K,Ep,dia,De,Ct,Lp1,Lp2,Et,Ft,Ap1,Ap2,At1,At2:real;
```

```
Db,Kp,Kt,S1,S2,HH,h,A1,A2,dL,L1,L2,Fmax,Fmin,Pmax,Pmin:real;
```

```
Kf,Fa,Fm,Se,fbm,fba,nu,nj:Real;
```

```
rosca,tipos,SAE,carg,sec,opr:Integer;
```

```
procedure tablaFs;
```

```
Begin
```

```
textcolor(red);writeln;
```

```
writeln('          TABLA 1. Factores de servicio, Fs');writeln;
```

```
textcolor(white);
```

```
writeln;
```

```
writeln('          ----- ');
```

```
writeln('          Tipo de Carga          Factor de          Tipo de ');
```

```
writeln('          servicio          Trabajo');
```

```
writeln('          ----- ');
```

```
writeln('          Sin choque o          1.00 a 1.25          Liviano o ');
```

```
writeln('          choques livianos          Ligero ');writeln;
```

```
writeln('          Con choques medianos  1.25 a 1.50          Mediano o ');
```

```
writeln('          moderados          moderado ');writeln;
```

```
writeln('          Choques fuertes          1.50 a 2.00          Pesados ');
```

```
writeln('          ----- ');
```

```
writeln;
```

```
write('          El factor de servicio seleccionado es:          Fs = ');
```

```
readln(fs);
```

```
car:=readkey;
```

```
clrscr;
```

```
end;
```

```

procedure tablafse;
Begin
textcolor(red);writeln;
writeln('          TABLA 2. Factores de Seguridad, N');writeln;
textcolor(white);
writeln;
writeln('----- ');
writeln(' MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA                                N ');
writeln('----- ');
writeln(' Materiales bien conocidos usados en condiciones ');
writeln(' controladas y sometidos a cargas y esfuerzos          1.25 a 1.5 ');
writeln(' obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es ');
writeln(' una condicion importante ');
writeln(' Materiales bien conocidos usados en condiciones ');
writeln(' ambientales razonablemente constantes, sometidos 1.4 a 2.0 ');
writeln(' a cargas y esfuerzos determinados facilmente. ');
writeln(' Materiales no conocidos o no utilizados previa- ');
writeln(' mente, usados en condiciones promedio de carga 3.0 a 4.0 ');
writeln(' esfuerzos y ambiente. ');
writeln(' Materiales mejor conocidos, usados en condicio- ');
writeln(' nes inciertas de carga, esfuerzo y ambiente. 3.0 a 4.0 ');
writeln(' esfuerzos y ambiente. ');
writeln('----- ');
writeln;
write(' El factor de seguridad seleccionado es:          FS = ');
readln(fse);
car:=readkey;
clrscr;
end;

```

```

procedure tablator;
Begin
textcolor(red);
writeln('          TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero');
textcolor(white);
writeln;
writeln('----- ');
writeln(' GRADO INTERVALO DE ');
writeln(' SAE TAMAÑOS MATERIAL ');
writeln(' Num Inclusive ');
writeln(' pulg. ');
writeln('----- ');
writeln(' 1) 1 1/4- 1 1/2 Acero de mediano o bajo carbono ');
writeln(' 2) 2 1/4- 3/4 Acero de mediano o bajo carbono ');
writeln(' 3) 7/8- 1 1/2 Acero de mediano o bajo carbono ');
writeln(' 4) 4 1/4- 1 1/2 Acero de mediano carbono estirado en frio');
writeln(' 5) 5 1/4- 1 Acero de mediano carbono temp. y reven. ');
writeln(' 6) 1 1/8- 1 1/2 Acero de mediano carbono temp. y reven. ');
writeln(' 7) 5.2 1/4- 1 Acero martensitico de bajo carbono ');
writeln(' 8) 7 1/4 -1 1/2 Acero de aleacion de mediano carbono ');

```



```

Writeln('    9)  8      1/4 -1 1/2  Acero de aleacion de mediano carbono ');
Writeln('   10) 8.2    1/4 -1    Acero martensitico de bajo carbono ');
Writeln('   11) A354    1/4 - 4    Acero de aleacion Templ. y Revenido');
Writeln('   12) A449    3/4 - 3    Acero de mediano carbono Templ. y Reven. ');
Writeln('   13) A490    1/2 - 1 1/2  Acero de aleacion templado y revenido');
Writeln('----- ');
writeln;
write('          El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: ');
readln(SAE);
car:=readkey;
clrscr;

If SAE = 1
then
Begin
Sp:=33000;Su:=60000;Sy:=60000;sino:= 'GRADO 1';
end;

If SAE = 2
then
Begin
Sp:=55000;Su:=74000;Sy:=57000;sino:= 'GRADO 2';
end;

If SAE = 3
then
Begin
Sp:=33000;Su:=60000;Sy:=36000;sino:= 'GRADO 2';
end;

If SAE = 4
then
Begin
Sp:=65000;Su:=115000;Sy:=100000;sino:= 'GRADO 4';
end;

If SAE = 5
then
Begin
Sp:=85000;Su:=120000;Sy:=92000;sino:= 'GRADO 5';
end;

If SAE = 6
then
Begin
Sp:=74000;Su:=105000;Sy:=81000;sino:= 'GRADO 5';
end;

If SAE = 7
then
Begin

```

```
Sp:=85000;Su:=120000;Sy:=92000;sino:= 'GRADO 5.2';
end;
```

```
If SAE = 8
then
Begin
Sp:=105000;Su:=133000;Sy:=115000;sino:= 'GRADO 7';
end;
```

```
If SAE = 9
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO 8';
end;
```

```
If SAE = 10
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO 8.2';
end;
```

```
If SAE = 11
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO A354';
end;
```

```
If SAE = 12
then
Begin
Sp:=55000;Su:=90000;Sy:=58000;sino:= 'GRADO A449';
end;
```

```
If SAE = 13
then
Begin
Sp:=120000;Su:=150000;Sy:=130000;sino:= 'GRADO A490';
end;
end;
```

```
procedure roscas;
Begin
if rosca = 1 {Rosca serie basta UNC}
then
begin
if Ar < 0.00264
then
Begin
d:='1';dn:=0.073;nh:=64;At:=0.00263;Ar:=0.00218;
end;
```

```

if Ar >= 0.00264 then if Ar < 0.00358
then
Begin
d:='2';dn:=0.086;nh:=56;At:=0.00370;Ar:=0.00310;
end;

```

```

if Ar >= 0.00358 then if Ar < 0.00451
then
Begin
d:='3';dn:=0.099;nh:=48;At:=0.00487;Ar:=0.00406;
end;

```

```

if Ar >= 0.00451 then if Ar < 0.00584
then
Begin
d:='4';dn:=0.112;nh:=40;At:=0.00604;Ar:=0.00496;
end;

```

```

if Ar >= 0.00584 then if Ar < 0.00708
then
Begin
d:='5';dn:=0.125;nh:=40;At:=0.00796;Ar:=0.00672;
end;

```

```

if Ar >= 0.00708 then if Ar < 0.00970
then
Begin
d:='6';dn:=0.138;nh:=32;At:=0.00909;Ar:=0.00745;
end;

```

```

if Ar >= 0.00970 then if Ar < 0.01323
then
Begin
d:='8';dn:=0.164;nh:=32;At:=0.0140;Ar:=0.01196;
end;

```

```

if Ar >= 0.01323 then if Ar < 0.01755
then
Begin
d:='10';dn:=0.190;nh:=24;At:=0.0175;Ar:=0.01450;
end;

```

```

if Ar >= 0.01755 then if Ar < 0.02375
then
Begin
d:='12';dn:=0.216;nh:=24;At:=0.0242;Ar:=0.0206;
end;

```

```

if Ar >= 0.02375 then if Ar < 0.0361
then
Begin

```

```

d:='1/4';dn:=0.25;nh:=20;At:=0.0318;Ar:=0.0269;
end;

if Ar >= 0.0361 then if Ar < 0.0566
then
Begin
d:='5/16';dn:=0.3125;nh:=18;At:=0.0524;Ar:=0.0454;
end;

if Ar >= 0.0566 then if Ar < 0.0805
then
Begin
d:='3/8';dn:=0.375;nh:=16;At:=0.0775;Ar:=0.0678;
end;

if Ar >= 0.0805 then if Ar < 0.1095
then
Begin
d:='7/16';dn:=0.4375;nh:=14;At:=0.1063;Ar:=0.0933;
end;

if Ar >= 0.1095 then if Ar < 0.1438
then
Begin
d:='1/2';dn:=0.50;nh:=13;At:=0.1419;Ar:=0.1257;
end;

if Ar >= 0.1438 then if Ar < 0.182
then
Begin
d:='9/16';dn:=0.5625;nh:=12;At:=0.182;Ar:=0.162;
end;

if Ar >= 0.182 then if Ar < 0.252
then
Begin
d:='5/8';dn:=0.625;nh:=11;At:=0.226;Ar:=0.202;
end;

if Ar >= 0.252 then if Ar < 0.36
then
Begin
d:='3/4';dn:=0.75;nh:=10;At:=0.334;Ar:=0.302;
end;

if Ar >= 0.36 then if Ar < 0.485
then
Begin
d:='7/8';dn:=0.875;nh:=9;At:=0.462;Ar:=0.419;
end;

```

```

if Ar >= 0.485 then if Ar < 0.720
then
Begin
d:='1';dn:=1;nh:=8;At:=0.606;Ar:=0.551;
end;

if Ar >= 0.720 then if Ar < 1.1
then
Begin
d:='1 1/4';dn:=1.25;nh:=7;At:=0.969;Ar:=0.890;
end;

if Ar >= 1.1
then
Begin
d:='1 1/2';dn:=1.5;nh:=6;At:=1.405;Ar:=1.294;
end;

Serie:= ' UNC';

end;

if rosca = 2 {Rosca serie fina UNF}
then
begin
if Ar < 0.00193
then
Begin
d:='0';dn:=0.06;nh:=80;At:=0.0018;Ar:=0.00151;
end;

if Ar >= 0.00193 then if Ar < 0.00288
then
Begin
d:='1';dn:=0.073;nh:=72;At:=0.00278;Ar:=0.00237;
end;

if Ar >= 0.00288 then if Ar < 0.00395
then
Begin
d:='2';dn:=0.086;nh:=64;At:=0.00394;Ar:=0.00339;
end;

if Ar >= 0.00395 then if Ar < 0.00508
then
Begin
d:='3';dn:=0.099;nh:=56;At:=0.00523;Ar:=0.00451;
end;

if Ar >= 0.00508 then if Ar < 0.00641
then

```

```

Begin
d:='4';dn:=0.112;nh:=48;At:=0.00661;Ar:=0.00566;
end;

if Ar >= 0.00641 then if Ar < 0.00795
then
Begin
d:='5';dn:=0.125;nh:=44;At:=0.0088;Ar:=0.00716;
end;

if Ar >= 0.00795 then if Ar < 0.01079
then
Begin
d:='6';dn:=0.138;nh:=40;At:=0.01015;Ar:=0.00874;
end;

if Ar >= 0.01079 then if Ar < 0.01517
then
Begin
d:='8';dn:=0.164;nh:=36;At:=0.01474;Ar:=0.01285;
end;

if Ar >= 0.01517 then if Ar < 0.02
then
Begin
d:='10';dn:=0.190;nh:=32;At:=0.02;Ar:=0.0175;
end;

if Ar >= 0.02 then if Ar < 0.0276
then
Begin
d:='12';dn:=0.216;nh:=28;At:=0.0258;Ar:=0.0226;
end;

if Ar >= 0.0276 then if Ar < 0.0425
then
Begin
d:='1/4';dn:=0.25;nh:=28;At:=0.0364;Ar:=0.0326;
end;

if Ar >= 0.0425 then if Ar < 0.0666
then
Begin
d:='5/16';dn:=0.3125;nh:=24;At:=0.0580;Ar:=0.0524;
end;

if Ar >= 0.0666 then if Ar < 0.0949
then
Begin
d:='3/8';dn:=0.375;nh:=24;At:=0.0878;Ar:=0.0809;

```

```

end;

if Ar >= 0.0949 then if Ar < 0.1288
then
Begin
d:='7/16';dn:=0.4375;nh:=20;At:=0.1178;Ar:=0.1090;
end;

if Ar >= 0.1288 then if Ar < 0.1688
then
Begin
d:='1/2';dn:=0.50;nh:=20;At:=0.1599;Ar:=0.1486;
end;

if Ar >= 0.1688 then if Ar < 0.214
then
Begin
d:='9/16';dn:=0.5625;nh:=18;At:=0.203;Ar:=0.189;
end;

if Ar >= 0.214 then if Ar < 0.295
then
Begin
d:='5/8';dn:=0.625;nh:=18;At:=0.256;Ar:=0.240;
end;

if Ar >= 0.295 then if Ar < 0.415
then
Begin
d:='3/4';dn:=0.75;nh:=16;At:=0.373;Ar:=0.351;
end;

if Ar >= 0.415 then if Ar < 0.552
then
Begin
d:='7/8';dn:=0.875;nh:=14;At:=0.509;Ar:=0.480;
end;

if Ar >= 0.552 then if Ar < 0.824
then
Begin
d:='1';dn:=1;nh:=12;At:=0.663;Ar:=0.625;
end;

if Ar >= 0.824 then if Ar < 1.275
then
Begin
d:='1 1/4';dn:=1.25;nh:=12;At:=1.703;Ar:=1.024;
end;

if Ar >= 1.275

```

```

then
Begin
d:='1 1/2';dn:=1.5;nh:=12;At:=1.581;Ar:=1.521;
end;

Serie:= 'UNF';

end; {Del if de rosca 2}

end; {Del procedure}

Procedure datosfinales;
Begin
p:=1/nh;
dr:=dn-1.299038*p;
dm:=dn-0.649519*p;
writeln('      El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: ',d);writeln;
writeln('      Cuyas características de roscas son:');writeln;
writeln('      Rosca ',Serie);writeln;
writeln('      El paso es, P = ',p:2:3,' pulg. ');writeln;
writeln('      Diametro mayor nominal d = ',dn:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Diametro menor dr = ',dr:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Diametro de paso dm = ',dm:1:4,' pulg. ');writeln;
writeln('      Numero de hilos por pulgada, n = ',nh:2:0,' hilos/pg. ');writeln;
writeln('      Area de esfuerzo de tension, At = ',At:1:5,' pg²');writeln;
writeln('      Area del diametro menor, Ar = ',Ar:1:5,' pg²');writeln;
textcolor(lightred);
writeln('      DESIGNACION: ',d,' - ',nh:2:0,' ',SERIE,' - ',SINO);
textcolor(white);
writeln;
if tipo = 1
then
begin
Fse:=Ar*Sp/Fd;
writeln('      El factor de seguridad es, N = ',Fse:2:1);writeln;
end;
end;

procedure valoresct;
Begin
writeln('      Ahora se recalcula el valor de Ct, con los nuevos');
writeln('      valores del diametro hallado');writeln;
write('      El modulo de elasticidad del material de las placas es: ');
readln(Ep);writeln;
write('      El tornillo es 1) de seccion constante o 2) Seccion variable ');
readln(sec);writeln;
car:=readkey;clrscr;

if sec = 1
then
begin

```



```

Kt:=At*Et/(Lp1+Lp2);
Kp:=4*At*Ep/(Lp1+Lp2);
Ct:= Kt/(Kt+Kp);
end;

if sec = 2
then
Begin
A1:=pi*(dn*dn)/4;
A2:=Ar;
if tipo = 3 then
dL:=0.5*dn;
if tipo = 4 then
dL:=dn;
textcolor(Red);
writeln('      TABLA 6. Dimensiones de pernos de cabeza cuadrada y Hexagonal ');writeln;
textcolor(white);
writeln('-----');
writeln('      Tamaño                TIPO DE CABEZA                ');
writeln('      nominal  Cuadrada    Hexagonal    Regular    Hexagonal    Pesada');
writeln('      pulg.    S      h      S      h      Rmin    S      h      Rmin ');
writeln('-----');
writeln('      1/4      3/8    11/29   7/16    11/64    0.01                ');
writeln('      5/16     1/2    13/64   1/2     7/32    0.01                ');
writeln('      3/8      9/16   1/4     9/16    1/4     0.01                ');
writeln('      7/16     5/8    19/64   5/8    19/64    0.01                ');
writeln('      1/2      3/4    21/64   3/4    11/32    0.01    7/8    11/32    0.01 ');
writeln('      5/8     15/16   27/64  15/16   27/64    0.02    1 1/16   27/64    0.02 ');
writeln('      3/4      1 1/8    1/2    1 1/8    1/2     0.02    1 1/4    1/2     0.02 ');
writeln('      1        1 1/2   21/32   1 1/2   43/64    0.03    1 5/8    43/64    0.03 ');
writeln('      1 1/4    1 7/8   27/32   1 7/8   27/32    0.03     2    27/32    0.03 ');
writeln('      1 1/2    2 1/4    1     2 1/4    1     0.03    2 3/8    1     0.03 ');
writeln('-----');
writeln;
writeln('      Si no aparece el tamaño nominal en la tabla d = ',d,' oprima 1');
write('      De lo contrario oprima el numero 2 = ');
readln(opr);
if opr = 1 then Begin
h:=(11/16)*dn;
S1:=1.5*dn;
end;
if opr = 2 then Begin
write('      Con tamaño nominal d = ',d,' dar el valor de h = ');
readln(h);
write('                                y dar el valor de S = ');
readln(S2);
end;
car:=readkey;
clrscr;

textcolor(Red);

```

```

writeln(' TABLA 7. Dimensiones de pernos de cabeza cuadrada');
writeln(' y Hexagonal ');textcolor(white);
writeln(' -----');
writeln(' Tamaño ALTURA H ');
writeln(' nominal Ancho Hexagonal Gruesa o Contratuerca');
writeln(' pulg. S Regular Ranurada ');
writeln(' -----');
writeln(' 1/4 7/16 7/32 9/32 5/32 ');
writeln(' 5/16 1/2 17/64 21/64 3/16 ');
writeln(' 3/8 9/16 21/64 13/32 7/32 ');
writeln(' 7/16 11/16 3/8 29/64 1/4 ');
writeln(' 1/2 3/4 7/16 9/16 5/16 ');
writeln(' 5/8 15/16 35/64 23/32 3/8 ');
writeln(' 3/4 1 1/8 41/64 13/16 27/64 ');
writeln(' 7/8 1 5/16 3/4 23/32 31/64 ');
writeln(' 1 1 1/2 55/64 1 35/64 ');
writeln(' 1 1/4 1 7/8 1 1/16 1 1/4 23/32 ');
writeln(' 1 1/2 2 1/4 1 9/32 1 1/2 27/32 ');
writeln(' -----');
writeln;
writeln(' Si no aparece el tamaño nominal en la tabla d = ',d,' oprima 1');
write(' De lo contrario oprima el numero 2 = ');
readln(opr);
if opr = 1 then Begin
HH:=(7/8)*dn;
S2:=1.7*dn;
end;
if opr = 2 then Begin
write(' Con tamaño nominal d = ',d,' dar el valor de H = ');
readln(HH);
write(' y dar el valor de S = ');
readln(S2);
end;
car:=readkey;
clrscr;
L1:=((Lp1+Lp2)-dL)+h/2;
L2:=dL+HH/2;
Kt:=(A1*A2*Et)/(A2*L1+A1*L2);
Ap1:=(pi/4)*(sqr(S1 + 0.5*Lp1)-sqr(dn+1/64));
Ap2:=(pi/4)*(sqr(S2 + 0.5*Lp2)-sqr(dn+1/64));
Kp:=(Ap1*Ap2*Ep)/(Ap2*Lp1+Ap1*Lp2);
Ct:= Kt/(Kp+Kt);
end; {del if de sec = 2}
end;

BEGIN
clrscr;
Repeat
writeln;
textcolor(red);

```

```

writeln('                                TORNILLOS DE SUJECION ');writeln;
textcolor(white);writeln;
writeln('    Los elementos roscados se utilizan principalmente para: unir');
writeln('    piezas, conformar juntas, transmitir movimiento, transmitir');
writeln('    potencia y para dar ajuste como un medio de obtener medicio-');
writeln('    nes precisas como en los tornillos micrometricos. ');writeln;writeln;
writeln('    Los tornillos de sujecion se caracterizan por proporcionar ');
writeln('    uniones de alta seguridad, facilidad de montaje y desmontaje');
writeln('    de la junta, gama muy amplia de dimensiones adaptables a ');
writeln('    distintas aplicaciones y bajo costo, debido a la estandariza-');
writeln('    cion y a los procesos tecnologicos de alta productividad. ');
writeln;writeln;
writeln('    Por lo anterior, tales elementos son de gran aplicacion en la');
writeln('    construccion de maquinaria. ');
car:=readkey;
clrscr;
writeln;
writeln('    Para empezar a diseñar tornillos se tiene que analizar a ');
writeln('    que tipo de carga esta sometido el tornillo, las siguientes');
writeln('    son los tipos de carga a que puede estar sometido el tornillo. ');
writeln;
writeln('    1. Carga Axial, sin tensado previo. ');
writeln('    La construccion trabaja simetricamente y la carga que resiste');
writeln('    el tornillo se puede considerar aplicada a lo largo del eje');
writeln;
writeln('    2. Uniones que se montan con tensado previo. ');
writeln('    Comprende la mayoria de las uniones en grupo que se utilizan');
writeln('    en la construccion de maquinaria para sujetar tapas, bielas, ');
writeln('    acoples, entre otras. ');writeln;
writeln('    3. Uniones con tensado previo y carga de servicio, Carga estatica. ');
writeln('    Si ademas de la precarga debido al tensado previo el tornillo');
writeln('    es sometido a una carga axial,  $F_d$ , la union se comporta como');
writeln('    un todo en el dominio elastico '); writeln;
writeln('    4. Tornillos sometidos a carga de Fatiga ');writeln;
writeln('    5. Tornillos sometidos a carga transversal ');writeln;
write('    La carga sobre el tornillo a analizar corresponde al numeral = ');
readln(tipo);
car:=readkey;
clrscr;

if tipo = 1
Then
Begin

writeln;
write('    La carga axial a que esta sometido el tornillo es: (lb)  $F =$  ');
readln(F);writeln;
tablafs;
tablafse;
tablator;
Fd:=F*Fs;

```

```

writeln('      Para el ',sino,' se tiene las siguientes propiedades:');writeln;
writeln('      Sp (Resistencia minima la tension o de prueba): Sp = ',Sp:6:0,' Psi');writeln;
writeln('      Su (Resistencia ultima a la tension): Su = ',Su:6:0,' Psi');writeln;
writeln('      Sy (Resistencia de fluencia a la tension): Sy = ',Sy:6:0,' Psi');writeln;
writeln('      La carga de diseño es: Fd = F*Fs ');writeln;
writeln('      Fd = ',F:4:1,' * ',Fs:1:2);writeln;
writeln('      Fd = ',Fd:4:1,' lbs');writeln;writeln;
writeln('      El Area requerida (Area del diametro menor del tornillo)');
writeln('      Ar = (N * Fd)/Sp ');writeln;
writeln('      Ar = (',Fse:1:3,'*',Fd:4:1,')/',Sp:6:0);writeln;
Ar:=Fse*Fd/Sp;
writeln('      Ar = ',Ar:3:4,' pulg''');writeln;
write('      Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : ');
readln(rosca);
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
end;

if tipo = 2
Then
Begin
tablafse;
tablator;

write('      La fuerza de apriete sobre el tornillo es, (lb) Fi = ');
readln(Fi);writeln;
writeln('      El area del tornillo, Ar, se calcula:');writeln;
writeln('       $\sigma = Fi/Ar$  ');writeln;
esf:=Fi*4/pi;
writeln('       $\sigma = ',esf:4:1,'/dr^2$ ');writeln;
writeln('      T = 0.2*Fi*dr ');writeln;
writeln('       $\tau = 16*0.5*T/\pi*dr^3$ ');writeln;
writeln('      T = 0.2*',Fi:4:1,'*dr');writeln;
T:=0.2*Fi;
writeln('      T = ',T:4:1,'* dr/dr^3');
TAU:=16*0.5*T/pi;
car:=readkey;
clrscr;

writeln;
writeln('       $\tau = ',Tau:4:1,'/dr^2$ ');writeln;
writeln('       $\tau = ',Tau:4:1,'/dr^2$ ');writeln;
writeln('      El esfuerzo equivalente se halla:  $\sigma_e = \{(\sigma^2 + 4\tau^2)\}$  ');
writeln;
writeln('       $\sigma_e = \{(',esf:4:1,'^2/dr^4 + 4*',Tau:4:1,'^2/dr^4)\}$  ');
writeln;
writeln('       $\sigma_e = Sp/N$ ');writeln;
writeln('       $\{(',esf:4:1,'^2/dr^4 + 4*',Tau:4:1,'^2/dr^4) = Sp/N$ ');
writeln;

```

```

writeln('      Despejando dr, se halla el area Ar =  $\pi dr^2/4$ ');writeln;
Ar:=pi*(Fse*Fse*2.5*2.5*Fi*Fi/(Sp*Sp))/4;
writeln('      Ar = ',Ar:1:4,' pulg^2');writeln;
write('      Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : ');
readln(rosca);
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
writeln('      El factor de seguridad con el area Ar normalizada es:');writeln;
T:=0.2*Fi*dn;
esf:=Fi/Ar;
tau:=16*0.5*T/(pi*dr*dr*dr);
esfe:=sqrt(esf*esf+4*tau*tau);
Fse:=Sp/esfe;
writeln('      T = 0.2*Fi*d = 0.2*',Fi:4:1,'*',dn:1:4);writeln;
writeln('      T = ',T:4:1,' lb*pulg. ');writeln;
writeln('       $\sigma = Fi/Ar =$ ',Fi:4:1,'/',Ar:1:4);writeln;
writeln('       $\sigma =$ ',esf:4:2,' Psi');writeln;
writeln('       $\tau = 16*0.5*T/\pi dr^3 = 8*$ ',T:4:1,'/(', $\pi*$ ,dr:1:4,'^3)');writeln;
writeln('       $\tau =$ ',tau:4:2,' Psi');writeln;
writeln('       $\sigma_e = f(\sigma^2 + 4\tau^2) = f($ ',esf:4:1,'^2 + 4*',tau:4:1,'^2)');writeln;
writeln('       $\sigma_e =$ ',esfe:4:2,' Psi');writeln;
writeln('      N = Sp/ $\sigma_e =$ ',Sp:6:0,'/',esfe:4:2);writeln;
write('      N = ',Fse:1:3); if Fse >= 1.2 then writeln(' ***** Esta bien diseñado
*****');
if Fse < 1.2 then writeln(' Recalcule con factor de seguridad mayor que el inicial');
writeln;
end;

if tipo = 3
Then
Begin
tablafs;
tablafse;
tablator;
writeln;
writeln('      Para el ',sino,' se tiene las siguientes propiedades:');writeln;
writeln('      Sp (Resistencia minima la tension o de prueba):      Sp = ',Sp:6:0,' Psi');writeln;
writeln('      Su (Resistencia ultima a la tension):                  Su = ',Su:6:0,' Psi');writeln;
writeln('      Sy (Resistencia de fluencia a la tension):              Sy = ',Sy:6:0,' Psi');writeln;
write('      1) Se tiene la carga de servicio o 2) se tiene la presion? ');
readln(carg);writeln;
if carg = 1
then
begin
write('      La carga de servicio es:      en lbs      F = ');
readln(F);writeln;
write('      El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d = ');

```

```

readln(dia);writeln;
Pre:=4*F/(pi*dia*dia);
end;

if carg = 2
then
begin
write('      La presion de trabajo :   en lb/pulg²          P = ');
readln(Pre);writeln;
write('      El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d = ');
readln(dia);writeln;
F:=Pre*pi*dia*dia/4;
end;
write('      El diametro del circulo de colocacion de los tornillos = ');
readln(Db);writeln;
write('      El diametro del circulo exterior de la tapa          = ');
readln(De);writeln;
write('      El espesor de la placa superior es:                  Lp1 = ');
readln(Lp1);writeln;
write('      El espesor de la placa inferior es:                   Lp2 = ');
readln(Lp2);writeln;
car:=readkey;
clrscr;

Fd:=F*Fs;
textcolor(red);writeln;
writeln('      TABLA 4.  Valores recomendados para la fuerza de apriete');
textcolor(white);writeln;
writeln('      -----');
writeln('      Presion de Trabajo          Fi          ');
writeln('      K          x Fd          ');
writeln('      -----');
writeln('      < 30 lb/pulg²          (1.0 a 1.25) x Fd ');
writeln('      50 a 100 lb/pulg²          (1.25 a 1.65) x Fd ');
writeln('      100 a 600 lb/pulg²          (1.65 a 3.3) x Fd ');
writeln('      > 600 lb/pulg²          (3.3 a 10.0) x Fd ');
writeln('      -----');
writeln;
writeln('      Para una presion de ',Pre:6:0,' lb/pulg²: ');writeln;
write('      el valor del factor K de la tabla anterior es: ');
readln(K);
car:=readkey;
clrscr;
Fi:=Fd*K;
write('      Suponer inicialmente un valor de Ct: 0 < Ct < 0.5: ');
readln(ct);writeln;

Ft:=Fi+Fd*Ct;
writeln('      El valor de la fuerza total sobre el tornillo es:');writeln;
writeln('      Ft = Fi + Ct*Fd ');writeln;

```

```

writeln('      Ft = ',Fi:4:1,' + ',Ct:1:2,'*',Fd:4:1);writeln;
writeln('      Ft = ',Ft:4:1,' lbs');writeln;
writeln('      El Ar del tornillo se calcula por medio de:');writeln;
writeln('      Ar = (Fi + Ct*N*Fd)/Sp');writeln;
Ar:=(Fi+Ct*Fse*Fd)/Sp;
writeln('      Ar = (',Fi:4:1,' + ',Ct:1:2,'*',Fse:1:2,'*',Fd:4:1,')/','Sp:6:0);
writeln;
writeln('      Ar = ',Ar:1:5,' pulg');writeln;
write('      Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : ');
readln(rosca);
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
nt:=pi*Db/(6*dn);
writeln;
writeln('      El numero de tornillos recomendado es: ');writeln;writeln;
writeln('      nt = x*Db/(6*d)');writeln;
writeln('      nt = ',nt:3:0);writeln;writeln;
writeln('      El Ar del tornillo se calcula por medio de:');writeln;writeln;
writeln('      Ar = (Fi + Ct*N*Fd)/(nt*Sp)');writeln;
Ar:=(Fi+Ct*Fse*Fd)/(nt*Sp);
writeln('      Ar = (',Fi:4:1,' + ',Ct:1:2,'*',Fse:1:2,'*',Fd:4:1,')/(','Sp:6:0','*',nt:3:0,')');
writeln;writeln;
writeln('      Ar = ',Ar:1:5,' pulg');writeln;
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
Et:=30e6;
valoresct;
Ft:=Fi+Fd*Ct;
writeln('      El valor de la fuerza total sobre el tornillo es:');writeln;
writeln('      Ft = Fi + Ct*Fd ');writeln;
writeln('      Ft = ',Fi:4:1,' + ',Ct:1:5,'*',Fd:4:1);writeln;
writeln('      Ft = ',Ft:4:1,' lbs');writeln;
nt:=pi*Db/(6*dn);
writeln('      El numero de tornillos recomendado es: ');writeln;writeln;
writeln('      nt = x*Db/(6*d)');writeln;
writeln('      nt = ',nt:3:0);writeln;writeln;
writeln('      El Ar del tornillo se calcula por medio de:');writeln;writeln;
writeln('      Ar = (Fi + Ct*N*Fd)/(nt*Sp)');writeln;
Ar:=(Fi+Ct*Fse*Fd)/(nt*Sp);
writeln('      Ar = (',Fi:4:1,' + ',Ct:1:5,'*',Fse:1:2,'*',Fd:4:1,')/(','Sp:6:0','*',nt:3:0,')');
writeln;writeln;
writeln('      Ar = ',Ar:1:5,' pulg');writeln;
car:=readkey;

```

```

clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;

writeln('      El factor de seguridad con el area Ar normalizada es:');writeln;
T:=0.2*Fi*dn;
esf:=Ft/(Ar*nt);
tau:=16*0.5*T/(pi*dr*dr*dr*nt);
esfe:=sqrt(esf*esf+4*tau*tau);
Fse:=Sp/esfe;
writeln('      T = 0.2*Fi*d = 0.2*',Fi:4:1,'*',dn:1:4);writeln;
writeln('      T = ',T:4:1,' lb*pulg. ');writeln;
writeln('       $\sigma = Fi/(Ar*nt) =$ ',Fi:4:1,'/',(Ar:1:4,'*',nt:2:0,'')));writeln;
writeln('       $\sigma =$ ',esf:4:2,' Psi');writeln;
writeln('       $\tau = 16*0,5*T/(nt*dr^3) = 8*$ ',T:4:1,'/',(nt:2:0,'*',dr:1:4,'^3')));writeln;
writeln('       $\tau =$ ',tau:4:2,' Psi');writeln;
writeln('       $\sigma_e = \sqrt{(\sigma^2 + 4\tau^2)} = \sqrt{}$ ',esf:4:1,'^2 + 4*',tau:4:1,'^2')));writeln;
writeln('       $\sigma_e =$ ',esfe:4:2,' Psi');writeln;
writeln('      N = Sp/ $\sigma_e =$ ',Sp:6:0,'/',esfe:4:2);writeln;
write('      N = ',Fse:1:3); if Fse >= 1.5 then writeln(' ***** Esta bien diseñado
*****');
if Fse < 1.5 then writeln(' Recalcule con un valor mayor a el factor K');
writeln;
end; {del if tipo = 3}

if tipo = 4
Then
Begin
tablafs;
tablafse;
tablator;
writeln;
writeln('      Para el ',sino,' se tiene las siguientes propiedades:');writeln;
writeln('      Sp (Resistencia minima la tension o de prueba):      Sp = ',Sp:6:0,' Psi');writeln;
writeln('      Su (Resistencia ultima a la tension):      Su = ',Su:6:0,' Psi');writeln;
writeln('      Sy (Resistencia de fluencia a la tension):      Sy = ',Sy:6:0,' Psi');writeln;
write('      1) Se tiene la carga de servicio o 2) se tiene la presion? ');
readln(carg);writeln;
if carg = 1
then
begin
write('      La carga de servicio maxima es:      en lbs      F = ');
readln(Fmax);writeln;
write('      La carga de servicio minima es:      en lbs      F = ');
readln(Fmin);writeln;
write('      El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d = ');
readln(dia);writeln;
Pre:=4*Fmax/(pi*dia*dia);
end;

```



```

if carg = 2
then
begin
write('      La presion de trabajo maxima: en lb/pulg²      P = ');
readln(Premax);writeln;
write('      La presion de trabajo minima: en lb/pulg²      P = ');
readln(Premín);writeln;
write('      El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d = ');
readln(dia);writeln;
Fmax:=Premax*pi*dia*dia/4;
Fmin:=Premín*pi*dia*dia/4;
Pre:=Premax;
end;
write('      El diametro del circulo de colocacion de los tornillos (pg) = ');
readln(Db);writeln;
write('      El diametro del circulo exterior de la tapa (pg) = ');
readln(De);writeln;
write('      El espesor de la placa superior es: (pg)      Lp1 = ');
readln(Lp1);writeln;
write('      El espesor de la placa inferior es: (pg)      Lp2 = ');
readln(Lp2);
car:=readkey;
clrscr;
Fd:=Fmax*Fs;
textcolor(red);writeln;
writeln('      TABLA 4. Valores recomendados para la fuerza de apriete');
textcolor(white);writeln;
writeln('      -----');
writeln('      Presion de Trabajo      Fi      ');
writeln('      K      x Fd      ');
writeln('      -----');
writeln('      < 30 lb/pulg²      (1.0 a 1.25) x Fd ');
writeln('      50 a 100 lb/pulg²      (1.25 a 1.65) x Fd ');
writeln('      100 a 600 lb/pulg²      (1.65 a 3.3) x Fd ');
writeln('      > 600 lb/pulg²      (3.3 a 10.0) x Fd ');
writeln('      -----');
writeln;
writeln('      Para una presion de ',Pre:6:0,' lb/pulg²: ');writeln;
write('      el valor del factor K de la tabla anterior es: ');
readln(K);
car:=readkey;
clrscr;
Fi:=Fd*K;textcolor(red);
write('      Suponer inicialmente un valor de Ct: 0 < Ct < 0.5: ');
readln(ct);textcolor(white);
Fa:=(Fmax-Fmin)/2;
Fm:=(Fmax+Fmin)/2;
Fbm:=Fi+Ct*Fm;
Fba:=Fi+Ct*Fa;
writeln('      El valor de la fuerza alterna es:');writeln;
writeln('      Fa = (Fmax - Fmin)/2');

```

```

writeln('      Fa = (',Fmax:4:1,' - ',Fmin:4:1,')/2');
writeln('      Fa = ',Fa:4:1,' lbs');writeln;
writeln('      El valor de la fuerza media es:');writeln;
writeln('      Fm = (Fmax + Fmin)/2');
writeln('      Fm = (',Fmax:4:1,' + ',Fmin:4:1,')/2');
writeln('      Fm = ',Fm:4:1,' lbs');
writeln('      El valor de la fuerza media total es:');writeln;
writeln('      Fbm = Fi + Ct*Fm');
writeln('      Fbm = ',Fi:4:1,' + ',Ct:1:3,'*',Fm:4:1);
writeln('      Fbm = ',Fbm:4:1,' lbs');
writeln('      El valor de la fuerza alterna total es:');writeln;
writeln('      Fbm = Fi + Ct*Fa');
writeln('      Fbm = ',Fi:4:1,' + ',Ct:1:3,'*',Fa:4:1);
writeln('      Fbm = ',Fbm:4:1,' lbs');writeln;
car:=readkey;
clrscr;
if SAE <= 2
then Kf:=2.5;
if SAE > 2
then Kf:=3.5;
Se:=Su*0.5*0.814*0.8*0.85; {superf. maquinada}
Ar:=(Sp*fba*Kf+fbm*Se)*Fse/(Sp*Se);
writeln('      El valor del limite de fatiga es:      Se = 0,5*Su*Ka*Ks');
writeln;
writeln('      Se = ',Se:5:1,' Psi');writeln;
writeln('      El valor de Kf, concentrador de esfuerzo es: Kf = ',Kf:1:1);
writeln;
writeln('      El Ar del tornillo se calcula por medio de:');writeln;
writeln('      Ar = (Sp*fba*Kf + fbm*Se)*N/(Sp*Se)');writeln;
writeln('      Ar = ',Ar:1:5,' pulg''');writeln;
write('      Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : ');
readln(rosca);
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
nt:=pi*Db/(6*dn);
writeln;
writeln('      El numero de tornillos recomendado es: ');writeln;writeln;
writeln('      nt = pi*Db/(6*d)');writeln;
writeln('      nt = ',nt:3:0);writeln;writeln;
writeln('      El Ar del tornillo se calcula por medio de:');writeln;writeln;
writeln('      Ar = (Sp*fba*Kf + fbm*Se)*N/(Sp*Se*nt)');writeln;
Ar:=(Sp*fba*Kf+fbm*Se)*Fse/(Sp*Se*nt);
writeln;writeln;textcolor(red);
writeln('      Ar = ',Ar:1:5,' pulg''');writeln;textcolor(white);
car:=readkey;
clrscr;
roscas;

```

```

datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
Et:=30e6;
valoresct;

Fi:=At*Sp-((Fse*ct*Fmax)/(2*nt))*((Su/Se)+1);
Fbm:=Fi+Ct*Fm;
Fba:=Fi+Ct*Fa;
writeln('      Con el nuevo valor de Ct, recalculado = ',Ct:1:5);
writeln;
writeln('      El valor de Fi apropiado es:');writeln;
writeln('      Fi = At*Sp-((N*Ct*Fmax)/(2*nt))*((Su/Se)+1)');writeln;
writeln('      Fi = ',Fi:4:1,' lbs');writeln;
writeln('      El valor de la fuerza media total es:');writeln;
writeln('      Fbm = Fi + Ct*Fm');writeln;
writeln('      Fbm = ',Fi:4:1,' + ',Ct:1:3,'*',Fm:4:1);writeln;
writeln('      Fbm = ',Fbm:4:1,' lbs');writeln;
writeln('      El valor de la fuerza alterna total es:');writeln;
writeln('      Fbm = Fi + Ct*Fa');writeln;
writeln('      Fbm = ',Fi:4:1,' + ',Ct:1:3,'*',Fa:4:1);writeln;
writeln('      Fbm = ',Fbm:4:1,' lbs');writeln;
car:=readkey;
clrscr;
if SAE <= 2
then Kf:=2.5;
if SAE > 2
then Kf:=3.5;
Se:=Su*0.5*0.814*0.8*0.85; {superf. maquinada}
nt:=pi*Db/(6*dn);
Ar:=(Sp*fba*Kf+fbm*Se)*Fse/(Sp*Se*nt);
writeln;writeln;
writeln('      El valor del limite de fatiga es:      Se = 0,5*Su*Ka*Ks');
writeln;
writeln('      Se = ',Se:5:1,' Psi');writeln;
writeln('      El valor de Kf, concentrador de esfuerzo es: Kf = ',Kf:1:1);
writeln;
writeln('      El Ar del tornillo se calcula por medio de:');writeln;
writeln('      Ar = (Sp*fba*Kf + fbm*Se)*N/(Sp*Se*nt)');writeln;
writeln('      Ar = ',Ar:1:5,' pulg');writeln;
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
writeln('      El factor de seguridad con el area Ar normalizada es:');writeln;
writeln('      1/N = sigma/Se + sigma/Sp ');writeln;
esfa:=Fba/(Ar*nt);
esfm:=Fbm/(Ar*nt);
Fse:=Se*Sp/(esfa*Sp+esfm*Se);

```

```

writeln('      El esfuerzo alterno es:  $\sigma_a = F_{ba}/(A_r \cdot n_t)$  ');writeln;
writeln('       $\sigma_a = ', F_{ba}:4:1, '/( ', A_r:1:4, '*', n_t:2:1, ' )$  ');writeln;
writeln('       $\sigma_a = ', esfa:6:1, ' Psi$  ');writeln;
writeln('      El esfuerzo medio es:  $\sigma_m = F_{bm}/(A_r \cdot n_t)$  ');writeln;
writeln('       $\sigma_m = ', F_{bm}:4:1, '/( ', A_r:1:4, '*', n_t:2:1, ' )$  ');writeln;
writeln('       $\sigma_m = ', esfm:6:1, ' Psi$  ');writeln;
writeln('       $N = S_e \cdot S_p / (\sigma_a \cdot S_p + \sigma_m \cdot S_e)$  ');writeln;
write('      N = ', Fse:1:3); if Fse >= 1.5 then writeln(' ***** Esta bien diseñado
*****');
if Fse < 1.5 then writeln(' Recalcule con un valor mayor a el factor K ');
writeln;
end; {del if tipo = 4}

```

```

if tipo = 5

```

```

Then

```

```

Begin

```

```

  tablaf;

```

```

  tablafse;

```

```

  tablator;

```

```

  write('      La fuerza transversal sobre el tornillo es: (lbs) F = ');

```

```

  readln(F);writeln;

```

```

  writeln;textcolor(red);

```

```

  writeln('      TABLA 4. Coeficientes de Friccion entre los materiales ');textcolor(white);

```

```

  writeln;

```

```

  writeln('      ----- ');

```

```

  writeln('      Material                                Coeficiente de friccion ');

```

```

  writeln('      En seco ');

```

```

  writeln('      ----- ');

```

```

  writeln('      Hierro fundido sobre Hierro fundido      0.15-0.20 ');

```

```

  writeln('      Acero sobre Acero                        0.18 ');

```

```

  writeln('      Hierro sobre concreto                     0.30 ');

```

```

  writeln('      Acero sobre babbit                       0.14 ');

```

```

  writeln('      Roble sobre Roble                        0.25 ');

```

```

  writeln('      Roble sobre Roble                        0.25 ');

```

```

  writeln('      Superficies lubricadas                   0.05 ');

```

```

  writeln('      Metales sobre roble                      0.55 ');

```

```

  writeln('      ----- ');

```

```

  writeln;

```

```

  write('      El coeficiente de friccion hallado en la tabla es = ');

```

```

  readln(nu);

```

```

  car:=readkey;

```

```

  clrscr;

```

```

  writeln('      El valor de  $F_i = F/(\mu \cdot n_j)$  ');writeln;

```

```

  write('      El numero de juntas del diseño es: ');

```

```

  readln(nj);writeln;

```

```

  Fd:=F*Fs;

```

```

  Fi:=Fd/(nu*nj);

```

```

  writeln('      El valor de la fuerza de apriete es: ');writeln;

```

```

  writeln('       $F_i = ', F_d:4:1, '/( ', nu:1:2, '*', nj:1:1, ' )$  ');writeln;

```

```

  writeln('       $F_i = ', Fi:4:1, ' lbs$  ');writeln;

```

```

writeln('      El diametro del tornillo es:');writeln;
writeln('       $dr = (4*F/(pi*tau*adm))^{(1/2)}$ ');writeln;
writeln('      1. El  $\tau adm = (0.35) * Sy$  para el acero');
writeln('      2. El  $\tau adm = (0.27) * Su$  para la fundicion');writeln;
write('      El numeral que corresponde al diseño es:      ');
readln(carg);writeln;
if carg = 1
then
tau:= 0.35*Sy;
if carg = 2
then
tau:= 0.25*Su;
dr:=sqrt(4*Fd*Fse/(pi*tau));
Ar:=pi*dr*dr/4;
writeln('      dr = ',dr:2:3,' pulg');writeln;
writeln('      Ar = ',Ar:1:4,' pulg');writeln;
write('      Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : ');
readln(rosca);
car:=readkey;
clrscr;
roscas;
datosfinales;
car:=readkey;
clrscr;
Fse:= tau*Ar/Fd;
writeln('      El factor de seguridad con estos nuevos datos es: ');
writeln;
writeln('       $N = \tau adm * Ar / (Fd)$  ');writeln;
writeln('       $N = ',tau:4:1,'*',Ar:1:4,'/',Fd:4:1);writeln;$ 
write('       $N = ',Fse:1:3); if Fse >= 1.5 then writeln(' ***** Esta bien diseñado
*****');
if Fse < 1.5 then writeln(' Recalcule con un Factor de seguridad mas alto');
writeln;writeln;

end; {tipo = 5}

textcolor(red);
write('      Quiere seguir Calculando tornillos de sujecion (S/N)?: ');
readln(car);textcolor(white);
clrscr;

until
car = 'N';
end.$ 
```

## 6. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE ENGRANAJES CONICOS

```

PROGRAM ENGCONICOS(ENTRADA,SALIDA);
USES CRT;
VAR CAR : CHAR;
    Zp,Zr,app,apr,hk,AC,B,Fit,FI,Pt,dp,dr,V,Wt,Wr,Wa,W,Kv:REAL;
    seno,coseno,tan,dpp,dpr,rmp,dmp,F,J1,J2,J,ESF,i: REAL;
    Pn,Fp,C,D,Fr,np,nr,POT,Ka,Kb,Kc,Kd,Kf,Sut,Ko,Km,So,Sus,Se,Sc:REAL;
    ii,N,BHN,BHNB,Su,holg,NG,M,FS,CL,Cr,CH,CT,SH,Cp,CTE: REAL;
    dmp,r,K,rp,rg,ar,Rbp,Rbg,Z,pcn,pbn,Mn,Mg,H,Wtp,Ngc,Nc,FG:REAL;

procedure paso;
Begin
    TEXTCOLOR(RED);
    WRITELN;
    WRITELN('                TABLA 1. PASOS DIAMETRALES');TEXTCOLOR(WHITE);
    WRITELN;WRITELN;WRITELN;
    WRITELN('                -----');
    WRITELN(' Paso burdo      2, 2 1/4, 2 1/2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16');
    WRITELN(' ');
    WRITELN(' Paso fino       20, 24, 32, 40, 48, 64, 80, 96, 120, 150, 200');
    WRITELN('                -----');
    WRITELN;WRITELN;WRITELN;WRITELN;
    WRITE (' El valor del Paso diametral escogido inicialmente es: ');
    READLN (Pn);WRITELN;WRITELN;
    Writeln(' El angulo de presion normal es 20° -> estandar, esto aumenta la');
    Writeln(' La razon de contacto, evita el rebaje e incrementa la resistencia');
    write(' del piñon, ahora el valor del angulo de presion es: ');
    READLN (FI);
    CAR:=READKEY;
    CLRSCR;
end;

procedure dientes;
Begin
    writeln(' Numero de dientes del piñon: ');writeln;

```

```

write('      valores minimos (13, 14, 15, 16)      Zp = ');
readln(Zp);writeln;
end;

procedure factorj;
Begin
textcolor(red);
Writeln('      TABLA 2. Factores Geometricos J para engranes conicos');
writeln;textcolor(white);
Zr:=Zp*i;
Writeln('      -----');
Writeln('      Numero de      Factor      geometrico      J      ');
Writeln('      Dientes      Dientes de la Rueda      ');
Writeln('      del Piñon  20  30  40  50  60  70  80  90  100 ');
Writeln('      -----');
Writeln('      15      0.173 0.180 0.1810 0.1820 0.1820 0.1870 0.1950 0.200 0.210');
Writeln('      20      0.198 0.199 0.2003 0.2005 0.2006 0.2120 0.2200 0.228 0.232');
Writeln('      30      0.230 0.233 0.2300 0.2310 0.2300 0.2402 0.2500 0.259 0.260');
Writeln('      40      0.238 0.254 0.2500 0.2490 0.2575 0.2620 0.2720 0.279 0.282');
Writeln('      50      0.239 0.261 0.2680 0.2700 0.2775 0.2820 0.2885 0.297 0.300');
Writeln('      60      0.249 0.268 0.2690 0.2960 0.0300 0.3200      ');
Writeln('      80      0.261 0.290 0.3080 0.3220 0.3350 0.3408 0.3485      ');
Writeln('      100     0.280 0.305 0.3208 0.3375 0.3475 0.3575 0.3660 0.370 0.380');
Writeln('      -----');
Writeln;
WRITELN('      De la Tabla 2 con: numero de dientes del piñon = ',Zp:2:0);
WRITELN('      numero de dientes de la rueda = ',Zr:2:0);
WRITELN;
WRITE('      El valor de J encontrado es:      = ');
READLN (J);
CLRSCR;
end;

procedure factorKb;
Begin
TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      TABLA 4. Factor de Tamaño, Kb ');TEXTCOLOR(WHITE);
writeln;
Writeln('      -----');
Writeln('      Paso P      Factor Kb      | Paso P      Factor Kb');
Writeln('      -----');
Writeln('      2      0.832      | 6      0.925');
Writeln('      2 1/2      0.850      | 7      0.939 ');
Writeln('      3      0.865      | 8      0.951 ');
Writeln('      4      0.890      | 10     0.972 ');
Writeln('      5      0.909      | 12     0.990 ');
Writeln('      -----');
Writeln;
Writeln('      Con Paso normal, Pn = ',Pn:3:2,' pulg. escoger Kb de la Tabla');
Writeln;
WRITE ('      El factor de tamaño escogido de la tabla es: Kb = ');

```

```

READLN (Kb);
car:=readkey;
clrscr;
end;

```

```

procedure factori;
Begin
textcolor(red);
Writeln('      TABLA 14. Factores Geometricos I para engranes conicos');
writeln;textcolor(white);
Writeln('-----');
Writeln('      Numero de          Factor   geometrico   I          ');
Writeln('      Dientes          Dientes de la Rueda          ');

Writeln('del Piñon  20   30   40   50   60   70   80   90  100  ');
Writeln('-----');
Writeln('      15   0.063 0.071 0.0730 0.0750 0.0760 0.0780 0.0820 0.086 0.089');
Writeln('      20   0.062 0.073 0.0770 0.0820 0.0830 0.0860 0.0920 0.096 0.100');
Writeln('      25   0.230 0.071 0.0785 0.0835 0.0860 0.0920 0.0965 0.120 0.104');
Writeln('      30       0.065 0.0765 0.0830 0.0860 0.0940 0.0990 0.105 0.107');
Writeln('      35       0.0730 0.0800 0.0865 0.0930 0.1000 0.104 0.107');
Writeln('      40       0.0700 0.0770 0.0850 0.0930 0.0995 0.105 0.108');
Writeln('      45       0.0750 0.0830 0.0925 0.0980 0.105 0.107');
Writeln('      50       0.0730 0.0830 0.0900 0.0965 0.104 0.106');
Writeln('-----');
Writeln;
WRITELN('      De la Tabla 14 con: numero de dientes del piñon   = ',Zp:2:0);
WRITELN('                      numero de dientes de la rueda = ',Zr:2:0);
WRITELN;
WRITE('      El valor de I encontrado es:                      = ');
READLN (ii);
CLRSCR;
end;

```

```

procedure flexion;
Begin
repeat
      { CALCULOS }
app:=arctan(np/nr); {angulo paso piñon}
apr:=arctan(nr/np); {angulo paso de la rueda}
hk:=2.0/Pn;         {altura de trabajo}
holg:=(0.188/Pn)+0.002; {holgura}
mg:=i;              {relacion de velocidad}
nr:=np/i;           {rpm de la rueda}
Zr:=Zp*i;           {Numero de dientes de la rueda}
F:=10/Pn;           {ancho de cara}
dpp:=Zp/Pn;         {diametro paso del piñon}
dpr:=Zr/Pn;
dmp:=dpp-F*Sin(app); {diametro medio de paso dle piñon}

```



```

rmp:=dmp/2; {radio medio de paso}
dmp:=dpr-F*Sin(apr); {diametro de paso de la rueda}
ar:=0.54/Pn+0.46/(Pn*Pn); {adendo rueda}
V:=pi*dmp*np/12; {Velocidad en la linea de paso}
Wt:=33000*Pot/V; {Carga transmitida}
seno:=sin(fi*pi/180);
coseno:=cos(fi*pi/180);
tan:=seno/coseno;
Wr:=Wt*Tan*Cos(apr); {carga radial}
Wa:=Wt*tan*Sin(apr); {carga axial}
IF J1=1
THEN Kv:= 1200/(1200+V);
IF J1=2
THEN Kv:= 50/(50 + SQRT(V));
IF J1=3
THEN Kv:= SQRT(78/(78+SQRT(V))); {factor de velocidad}
Esf:=Wt*Pn/(Kv*F*J); {esfuerzo de flexion}
Se:=Ka*Kb*Kc*Kd*Kf*Sut/2; {Resistencia a la fatiga}
ng:= Se/ESF;
FS:= NG/(Km*Ko); {factor de seguridad}

writeln;textcolor(red);
writeln(' FACTOR DE SEGURIDAD ');writeln;textcolor(white);writeln;
writeln(' Factor de seguridad por flexion en los dientes: Nf = ',FS:1:3);writeln;
if Fs < 1 then
Begin
writeln(' El factor de seguridad por flexion = ',FS:1:3,' < 1');
writeln;
writeln(' mal diseñado aumente el paso normal: De ahora un P > ',Pn:1:2);
writeln;
car:=readkey;
clrscr;
paso;
dientesp;
factorkb;
factorI;
end;

if Fs >= 1 then
Begin
writeln(' El factor de seguridad por flexion = ',FS:1:3,' > 1');
writeln;
writeln(' Buen diseño, con los datos entregados al programa');
writeln;
car:=readkey;
clrscr;
end;

until Fs >= 1;
end;

```

```

BEGIN
REPEAT
CLRSCR;
paso;
WRITELN;
dientesp;
Write('      Para el diseño que rpm se requiere en el piñon:      ');
Readln(np);WRITELN;
Write('      Que relacion de transmision ,i, se requiere:      ');
Readln(i);WRITELN;
writeln('      Las rpm de la rueda resultan de:  nr = np/i      ');
writeln;
writeln('      nr = ',np:4:0,'/',i:1:3);writeln;
nr:=np/i;
writeln('      nr = ',nr:4:0,' rpm');writeln;
Write('      La potencia que se dedea transmitir en HP es:      ');
READLN (POT);
CAR:=READKEY;CLRSCR;
TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      Ahora se escoge uno de los siguientes procesos de');
WRITELN;
WRITELN('      elaboracion, requerido para este diseño: ');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;WRITELN;WRITELN;
WRITELN('      1. Engranajes cortados o fresados, formados sin');
WRITELN('      mucha exactitud. ');WRITELN;
WRITELN('      2. Engranajes rectos cuyos dientes sean acabados por');
WRITELN('      sinfin o alisado. ');WRITELN;
WRITELN('      3. Dientes de alta precisión alisados o esmerilados');
WRITELN;WRITELN;TEXTCOLOR(LIGHTRED);
WRITE('      Para el diseño el numeral que corresponde es el      ');
READLN(J1);TEXTCOLOR(red);
car:=readkey;
clrscr;
factorJ;
writeln;
WRITE('      La resistencia a la tension Sut, del piñon en Psi es:      ');
READLN(Sut);
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      TABLA 3. Factor de acabado de superficie, Ka');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Su (KPsi)  60  70  80  90  100  110  120  130  ');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Ka          0,84  0,8  0,78  0,76  0,75  0,735  0,725  0,70 ');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Su (KPsi)  140  150  160  170  180  190  200  210  ');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Ka          0,68  0,675  0,66  0,65  0,64  0,635  0,625  0,62 ');
WRITELN('      -----');

```

```

WRITELN(' Su (KPsi) 220 230 240');
WRITELN(' -----');
WRITELN(' Ka 0,615 0,61 0,61');
WRITELN(' -----');
WRITELN;
WRITE(' El Factor de superficie Ka, con Sut=',Sut:6:0,' es: ');
READLN(Ka);
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
factorkb;
TEXTCOLOR(RED);WRITELN;
WRITELN(' TABLA 5. Factores de confiabilidad');writeln;TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN(' -----');
WRITELN(' Confiabilidad R 0.50 0.90 0.95 0.99 0.999 0.9999');
WRITELN;
WRITELN(' Factor Kc 1.000 0.897 0.868 0.814 0.753 0.702');
WRITELN(' -----');
WRITELN;
WRITE(' El factor de confiabilidad escogido, Kc = ');
READLN(Kc);
CLRSCR;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN(' TABLA 6. Factores de Temperatura');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN(' -----');
WRITELN(' | - 1.0 para T ≤ 450°C (840°F)');
WRITELN(' Kd = | 1 - 5.8(10)^-3 para 450°C < T ≤ 550°C');
WRITELN(' | - 1 - 3.2(10)^-3 para 840°F ( T ≤ 1020°F)');
WRITELN(' -----');
WRITELN;
WRITE(' El factor de Temperatura escogido , Kd = ');
READLN(Kd);writeln;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN(' TABLA 7. Tabla de factores de efectos diversos, Kf');
writeln;textcolor(white);
WRITELN(' -----');
WRITELN(' Resistencia a la tensión Factor Kf');
WRITELN(' Su, KPsi ');
WRITELN(' -----');
WRITELN(' Hasta 200 1.33');
WRITELN(' 250 1.43');
WRITELN(' 300 1.50');
WRITELN(' 350 1.56');
WRITELN(' 400 1.60');
WRITELN(' -----');
WRITELN;
WRITELN(' Con la resistencia a la tension Su = ',Sut:6:0,' Psi ');
WRITELN;
WRITE(' Se escoge el factor de efectos diversos, Kf = ');
READLN(Kf);
CLRSCR;textcolor(red);
WRITELN(' TABLA 8. FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA Cm Y Km ');
WRITELN;textcolor(white);
WRITELN(' -----');

```

```

WRITELN('
WRITELN('      Aplicacion      Ambos engranes  Un engrane  Ambos ');
WRITELN('      entre      fuera de      fuera');
WRITELN('      Cojinetes  cojinetes  cojin. ');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      En la industria, uso general  1.00-1.10  1.10-1.25  1.25-1.40');
WRITELN('      En automoviles      1.00-1.10  1.10-1.25      ');
WRITELN('      En aeroplanos      1.00-1.25  1.10-1.40  1.25-1.50');
WRITELN('      -----');
textcolor(lightred);
WRITE ('      El factor de Km o Cm de la tabla escogido  =  ');
READLN (Km);textcolor(white);
TEXTCOLOR(RED);WRITELN;
WRITELN('      TABLA 9. Factor de correccion por sobrecarga, Ko');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Caracteristicas      Caracteristicas de la carga impulsada');
WRITELN('      de impulso de la -----');
WRITELN('      máquina motriz  Uniforme  Choques moderados  Choques fuertes');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Uniforme      1.00      1.25      1.75');
WRITELN('      Choque ligero  1.25      1.50      2.00');
WRITELN('      Choque moderado  1.50      1.75      2.25');
WRITELN('      -----');
textcolor(red);
WRITE ('      El factor por sobrecarga, escogido de la tabla, Ko =  ');
READLN (Ko);textcolor(white);
CLRSCR;
WRITE('      DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL PIÑON (BHN) ES:  ');
READLN(BHN);WRITELN;
WRITE('      DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL ENGRANE (BHN) ES:  ');
READLN(BHNB);WRITELN;TEXTCOLOR(RED);

WRITELN('      TABLA 10. Factor de modificacion de vida, Cl');
TEXTCOLOR(WHITE);WRITELN;
WRITELN('      -----'); WRITELN;
WRITELN('      Ciclos de vida      Factor de vida CL');WRITELN;
WRITELN('      -----');WRITELN;
WRITELN('      10^4      1.5');WRITELN;
WRITELN('      10^5      1.3');WRITELN;
WRITELN('      10^6      1.1');WRITELN;
WRITELN('      10^8 o más      1.0');WRITELN;
WRITELN('      -----');
WRITELN;
WRITE ('      El factor de modificacion de vida, CL =  ');
READLN (CL);WRITELN;
CAR:=READKEY;
CLRSCR;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN;WRITELN;
WRITELN('      TABLA 11. Factores de confiabilidad, CR');
TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;WRITELN;

```

```

WRITELN('-----');WRITELN;
WRITELN('Confiabilidad R    Factor de Confiabilidad');WRITELN;
WRITELN('-----');WRITELN;
WRITELN('Hasta 0.99            0.80');WRITELN;
WRITELN('0.99 a 0.999         1.00');WRITELN;
WRITELN('0.999 o más          1.25 o más');WRITELN;
WRITELN('-----');WRITELN;
WRITELN;WRITELN;
WRITE ('    El factor de confiabilidad requerido es, CR = ');
READLN (Cr);
CAR:=READKEY;
CLRSCR;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN;
CH:=1;
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('          TABLA 12. Factor de temperatura, CT');
WRITELN;WRITELN;TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN('-----');WRITELN;
WRITELN('La AGMA no hace recomendación alguna acerca de los valores ');WRITELN;
WRITELN('a usar para el factor de temperatura CT cuando ésta sobrepasa');WRITELN;
WRITELN('los 250°F, excepto en cuanto que implica que probablemente deba');WRITELN;
WRITELN('usarse un valor de CT > 1.0. Lo anterior depende en alto grado');WRITELN;
WRITELN('de las limitaciones de temperatura del lubricante que se utilice');WRITELN;
WRITELN('puesto que los materiales deben soportarlas más altas. ');WRITELN;
WRITELN('-----');WRITELN;
WRITELN;WRITELN;
write ('    El factor de temperatura deducido de acuerdo al texto , CT = ');
READLN (CT);
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('          TABLA 13. Valores de coeficiente elastico, Cp');textcolor(white);
WRITELN;
WRITELN('-----');
WRITELN('          ENGRANE');
WRITELN('PIÑON          -----');
WRITELN('E(Mpsi)        ACERO  HIERRO  BRONCE DE  BRONCE DE');
WRITELN('                FUNDIDO  ALUMINIO  ESTAÑO');
WRITELN('-----');
WRITELN('ACERO, E=30      2800   2450    2400    2350');
WRITELN('-----');
WRITELN('HIERRO FUNDIDO   2450   2250    2200    2150');
WRITELN('E = 19 ');
WRITELN('-----');
WRITELN('BRONCE DE');
WRITELN('ALUMINIO         2400   2200    2150    2100');
WRITELN('E = 17.5');
WRITELN('-----');
WRITELN('BRONCE DE');
WRITELN('ESTAÑO: E = 16   2350   2150    2100    2050');
WRITELN('-----');

```

```

WRITELN;
WRITE ('      El factor del coeficiente elastico de la tabla es, Cp = ');
READLN (Cp);writeln;
car:=readkey;
CLRSCR;
factori;
flexion;

repeat
{Calculos por superficie}
Sc:=((0.4*BHN)- 10)*1000;          {Resistencia de contacto}
K:=BHN/BHNB;
SH:= ((CL*CH)/(CT*Cr))*Sc;        {resistencia hertziana}
Wtp:= SQR(SH/Cp)*(Kv*F*dmp*ii);
Ngc:= Wtp/Wt;
Nc:= Ngc/(Ko*Km);                  {factor de seguridad}

writeln;textcolor(red);
writeln('      FACTOR DE SEGURIDAD ');writeln;textcolor(white);writeln;
writeln('      Factor de seguridad por Durabilidad en la superficie: Nf = ',Nc:1:3);writeln;
if Nc < 1 then
Begin
writeln('      El factor de seguridad por flexion = ',Nc:1:3,' < 1');
writeln;
writeln('      mal diseñado aumente el paso normal: De ahora un P > ',Pn:1:2);
writeln;
car:=readkey;
clrscr;
paso;
dientesp;
factorkb;
factorJ;
end;

if Nc >= 1 then
Begin
writeln('      El factor de seguridad por flexion = ',Nc:1:3,' > 1');
writeln;
writeln('      Buen diseño, con los datos entregados al programa');
writeln;
car:=readkey;
clrscr;
end;
flexion;
until Nc >= 1;

TEXTCOLOR(RED);WRITELN;
WRITELN('      MUESTRA DE RESULTADOS FINALES CON EL DISEÑO OPTIMO');
WRITELN;WRITELN;TEXTCOLOR(WHITE);

```

```

app:=app*180/pi;
WRITELN('      ANGULO DE PASO DEL PIÑON      APP =      ',APP:2:2,'°');
WRITELN;
apr:=apr*180/pi;
WRITELN('      ANGULO DE PASO DE LA RUEDA      APR =      ',APR:2:4,'°');
WRITELN;
WRITELN('      ALTURA DE TRABAJO      hK =      ',hk:1:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      HOLGURA      h =      ',HOLG:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      RELACION DE VELOCIDAD O TRANSMISION, i =      ',I:2:0);
WRITELN;
WRITELN('      VELOCIDAD ANGULAR DE LA RUEDA (RPM) =      ',nr:4:2,' RPM ');
WRITELN;
WRITELN('      NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA      Zr =      ',Zr:2:0,' Dtes ');
WRITELN;
WRITELN('      NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON      Zp =      ',Zp:2:0,' Dtes ');
WRITELN;
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
WRITELN('      ANCHO DE CARA      F =      ',F:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      VELOCIDAD ANGULAR DEL PIÑON (RPM) =      ',np:4:0,' RPM ');
WRITELN;
WRITELN('      PASO NORMAL      Pn =      ',Pn:4:0,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      ANGULO DE PRESION NORMAL,  $\phi_n$  =      ',fi:3:1,'°');
WRITELN;
WRITELN('      FACTOR GEOMETRICO "J"      J =      ',J:1:4);
WRITELN;
WRITELN('      FACTOR GEOMETRICO "I"      I =      ',ii:1:4);
WRITELN;
WRITELN('      FACTOR DE VELOCIDAD,      Kv =      ',Kv:2:4);
WRITELN;
WRITELN('      DIAMETRO DE PASO DEL PIÑON, dp =      ',dpp:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      DIAMETRO DE PASO DE LA RUEDA, dr = °      ',dpr:2:4,' pg. ');
WRITELN;
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
WRITELN('      DIAMETRO MEDIO DE PASO DEL PIÑON, dmp =      ',dmp:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      DIAMETRO MEDIO DE PASO DE LA RUEDA, dmr =      ',dmpr:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      ADENDO      a =      ',Ar:1:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      VELOCIDAD EN LA LINEA DE PASO      V =      ',V:4:2,' pm. ');
WRITELN;
WRITELN('      CARGA TRANSMITIDA,      Wt =      ',Wt:4:2,' lbs. ');
WRITELN;
WRITELN('      CARGA RADIAL      Wr =      ',Wr:4:2,' lbs. ');

```

```

WRITELN;
WRITELN('      CARGA AXIAL                Wa = ',Wa:4:2,' lbs.');
```

WRITELN;		
WRITELN('      ESFUERZO EN EL DIENTE	ESF =	',ESF:4:2,' Psi');
WRITELN;		
WRITELN('      LIMITE DE FATIGA	Se =	',Se:4:2,' Psi');
WRITELN;		

```

CAR:=READKEY;
CLRSCR;
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO:      Ng = ',NG:2:2);
WRITELN;
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD:                  FS = ',FS:2:2);
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      POR RESISTENCIA EN LA SUPERFICIE DE LOS DIENTES ');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
pcn:=pi/Pn;
WRITELN('      PASO CIRCULAR NORMAL                pcn = ',pcn:2:4,' pg');
```

WRITELN;		
WRITELN('      RESISTENCIA DE FATIGA AL CONTACTO	Sc =	',Sc:6:2,' Psi');
WRITELN;		
WRITELN('      RESISTENCIA HERTZIANA, SH	SH =	',SH:6:2,' Psi');
WRITELN;		
WRITELN('      FACTOR GEOMETRICO, I	I =	',ii:2:4);
WRITELN;		
WRITELN('      CARGA TRANSMITIDA PERMISIBLE	Wt,p =	',Wtp:6:3,' lb' );
TEXTCOLOR(RED);		
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO	Ng =	',Ngc:2:2);
WRITELN;		
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD:	FS =	',Nc:2:2);
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);		

```

WRITE ('      CONTINUA CALCULANDO ENGRANAJES CONICOS? (S/N)? ');
READLN (CAR);TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
UNTIL CAR = 'N';
END.
```



## 7. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES

```

PROGRAM ENGHELICOID(ENTRADA,SALIDA);
USES CRT;
VAR CAR : CHAR;
    Zp,Zr,app,apr,hk,AC,B,Fit,FI,Pt,dp,dr,V,Wt,Wr,Wa,W,Kv:REAL;
    seno,coseno,tan,dpp,dpr,rmp,dmp,F,J1,J2,J,ESF,i: REAL;
    Pn,Fp,C,D,Fr,np,nr,POT,Ka,Kb,Kc,Kd,Kf,Sut,Ko,Km,So,Sus,Se,Sc:REAL;
    ii,N,BHN,BHNB,Su,holg,NG,M,FS,CL,Cr,CH,CT,SH,Cp,CTE: REAL;
    dmpr,K,rp,rg,ar,Rbp,Rbg,Z,pcn,pbn,Mn,Mg,H,Wtp,Ngc,Nc,F6:REAL;
    Aesp:real;
    rota,esp:integer;

procedure paso;
Begin
    TEXTCOLOR(RED);
    WRITELN;
    WRITELN('                TABLA 1. PASOS DIAMETRALES');TEXTCOLOR(WHITE);
    WRITELN;WRITELN;WRITELN;
    WRITELN('                -----');
    WRITELN(' Paso burdo      2, 2 1/4, 2 1/2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16');
    WRITELN(' ');
    WRITELN(' Paso fino      20, 24, 32, 40, 48, 64, 80, 96, 120, 150, 200');
    WRITELN('                -----');
    WRITELN;WRITELN;WRITELN;WRITELN;
    WRITE(' El valor del Paso diametral escogido inicialmente es: ');
    READLN(Pn);WRITELN;WRITELN;
    Writeln(' El angulo de presion normal es 20° -> estandar, esto aumenta la');
    Writeln(' La razon de contacto, evita el rebaje e incrementa la resistencia');
    write(' del piñon, ahora el valor del angulo de presion es: ');
    READLN(FI);
    CAR:=READKEY;
    CLRSCR;
end;

procedure dientes;

```

```

Begin
writeln('      Numero de dientes del piñon: ');writeln;
write('      valores minimos (13, 14, 15, 16)      Zp = ');
readln(Zp);writeln;
end;

procedure factorj;
Begin
textcolor(red);
writeln('      TABLA 2. Factores Geometricos J');writeln;
writeln;textcolor(white);
Zr:=Zp*i;
writeln('      -----');
writeln('      Factor      geometrico      J      ');
writeln('      Dientes      Dientes para el que se desea el factor      ');
writeln('      20 30 40 50 60 70 80 90 100 ');
writeln('      -----');
writeln('      12      0.200 0.222 0.259 0.280 0.299 0.308 0.317 0.322');
writeln('      15      0.170 0.208 0.234 0.264 0.290 0.307 0.317 0.324 0.354');
writeln('      20      0.188 0.220 0.249 0.280 0.300 0.315 0.328 0.338 0.343');
writeln('      25      0.207 0.232 0.260 0.290 0.308 0.320 0.332 0.344 0.330');
writeln('      30      0.222 0.242 0.274 0.300 0.314 0.328 0.340 0.343 0.350');
writeln('      40      0.244 0.275 0.297 0.311 0.328 0.340 0.350 0.360 0.366');
writeln('      50      0.280 0.300 0.311 0.321 0.335 0.347 0.360 0.367 0.372');
writeln('      60      0.300 0.315 0.325 0.335      ');
writeln('      80      0.327 0.342 0.352 0.359      ');
writeln('      100     0.343 0.360 0.368 0.375      ');
writeln('      -----');
writeln;
WRITELN('      De la Tabla 2 con: numero de dientes del piñon = ',Zp:2:0);
WRITELN('      numero de dientes de la rueda = ',Zr:2:0);
textcolor(red);writeln;
WRITE('      El valor de J encontrado es:      = ');
READLN (J);textcolor(white);
CLRSCR;
end;

procedure factorKb;
Begin
if Pn = 2 then
kb:=0.832;
if Pn = 2.5 then
kb:=0.850;
if Pn = 3 then
kb:=0.865;
if Pn = 4 then
Kb:= 0.89;
if Pn = 5 then
Kb:=0.909;
if Pn = 6 then
Kb:=0.925;

```

```

if Pn = 7 then
Kb:= 0.939;
if Pn = 8 then
Kb:=0.951;
if Pn = 10 then
Kb:=0.972;
if Pn = 12 then
Kb:=0.99;
if Pn > 12 then
Kb:=1;
end;

```

```

procedure factorkf;
Begin
if Sut (<= 200000 THEN
Kf:=1.33;
if Sut > 200000 then if Sut <= 250000 then Kf:=1.43;
if Sut > 250000 then if Sut <= 300000 then Kf:=1.50;
if Sut > 300000 then if Sut <= 350000 then Kf:=1.56;
if Sut > 350000 then if Sut <= 400000 then Kf:=1.60;
if Sut > 400000 then Kf:=1.7;
end;

```

```

procedure factori;
Begin
textcolor(red);
Writeln('          TABLA 12. Factores Geometricos I para engranes conicos');
writeln;textcolor(white);
Writeln('-----');
Writeln('          Numero de          Factor   geometrico   I          ');
Writeln('          Dientes          Dientes de la Rueda          ');

Writeln('del Piñon  15   20   25   30   40   50   60   80   100 ');
Writeln('-----');
Writeln('15      0.064 0.074 0.0860 0.0960 0.1100 0.1310 0.1440 0.161 0.176');
Writeln('20              0.070 0.0770 0.0860 0.1020 0.1220 0.1350 0.152 0.167');
Writeln('25              0.0700 0.0800 0.0970 0.1160 0.1170 0.146 0.160');
Writeln('30              0.0740 0.0920 0.1010 0.1200 0.140 0.154');
Writeln('35              0.0900 0.1060 0.1170 0.132 0.150');
Writeln('40              0.0870 0.1020 0.1120 0.132 0.147');
Writeln('45              0.0975 0.1100 0.130 0.144');
Writeln('50              0.0940 0.1075 0.126 0.142');
Writeln('-----');
WRITELN('De la Tabla 14 con: numero de dientes del piñon   = ',Zp:2:0);
WRITELN('                  numero de dientes de la rueda = ',Zr:2:0);
WRITELN;
WRITE('El valor de I encontrado es:                = ');
READLN(ii);
CLRSCR;
end;

```

```

procedure flexion;
Begin
repeat
    { CALCULOS }
    app:=arctan(np/nr); {angulo paso piñon}
    apr:=arctan(nr/np); {angulo paso de la rueda}
    hk:=1.7/Pn;          {altura de trabajo}
    holg:=0.188/Pn;      {holgura}
    ng:=i;               {relacion de velocidad}
    nr:=np/i;            {rpm de la rueda}
    Zr:=Zp*i;            {Numero de dientes de la rueda}
    F:=10/Pn;            {ancho de cara}
    dpp:=Zp/Pn;          {diametro paso del piñon}
    dpr:=Zr/Pn;
    dmp:=dpp-F*Sin(app); {diametro medio de paso del piñon}
    rmp:=dmp/2;          {radio medio de paso}
    dmp:=dpr-F*Sin(apr); {diametro de paso de la rueda}
    ar:=0.54/Pn+0.46/(Pn*Pn); {adendo rueda}
    V:=pi*dmp*np/12;      {Velocidad en la linea de paso}
    Wt:=33000*Pot/V;      {Carga transmitida}
    seno:=sin(fi*pi/180);
    coseno:=cos(fi*pi/180);
    tan:=seno/coseno;
    if esp = 1 then Begin
    Wa:=(Wt/Cos(Aesp*pi/180))*(tan*sin(app)-Sin(Aesp*pi/180)*Cos(app));
    Wr:=(Wt/Cos(Aesp*pi/180))*(tan*cos(app)+Sin(Aesp*pi/180)*Sin(app));
    end;
    if esp = 2 then Begin
    Wa:=(Wt/Cos(Aesp*pi/180))*(tan*sin(app)+Sin(Aesp*pi/180)*Cos(app));
    Wr:=(Wt/Cos(Aesp*pi/180))*(tan*cos(app)-Sin(Aesp*pi/180)*Sin(app));
    end;
    IF J1=1
    THEN Kv:= 1200/(1200+V);
    IF J1=2
    THEN Kv:= 50/(50 + SQRT(V));
    IF J1=3
    THEN Kv:= SQRT(78/(78+SQRT(V))); {factor de velocidad}
    Esf:=Wt*Pn/(Kv*F*J);             {esfuerzo de flexion}
    factorkb;
    factorkf;
    Se:=Ka*Kb*Kc*Kd*Kf*Sut/2;        {Resistencia a la fatiga}
    ng:= Se/ESF;
    FS:= NG/(Km*Ko);                  {factor de seguridad}

    writeln;textcolor(red);
    writeln('          FACTOR DE SEGURIDAD ');writeln;textcolor(white);writeln;
    writeln('          Factor de seguridad por flexion en los dientes:      Nf = ',FS:1:3);writeln;
    if Fs < 1 then
    Begin
    writeln('          El factor de seguridad por flexion = ',FS:1:3,' ( 1');
    writeln;

```

```

writeln('      mal diseñado aumente el paso normal: De ahora un P > ',Pn:1:2);
writeln;
car:=readkey;
clrscr;
paso;
dientesp;
factorkb;
factorI;
end;

```

```

if Fs >= 1 then
Begin
writeln('      El factor de seguridad por flexion = ',FS:1:3,' > 1');
writeln;
writeln('      Buen diseño, con los datos entregados al programa');
writeln;
car:=readkey;
clrscr;
end;

until Fs >= 1;
end;

```

```

BEGIN
REPEAT
CLRSCR;
paso;
WRITELN;
dientesp;
Write('      Para el diseño que rpm se requiere en el piñon:      ');
Readln(np);WRITELN;
Write('      Que relacion de transmision ,i, se requiere:      ');
Readln(i);WRITELN;
writeln('      Las rpm de la rueda resultan de: nr = np/i      ');
writeln;
writeln('      nr = ',np:4:0,'/',i:1:3);writeln;
nr:=np/i;
writeln('      nr = ',nr:4:0,' rpm');writeln;
Write('      La potencia que se dedea transmitir en HP es:      ');
READLN (POT);writeln;
Write('      Se desea 1) espiral a la derecha con rotacion en el sentido');
Write('      del reloj o espiral izquierda con rotacion en sentido contrario');
Write('      a las manecillas del reloj. o 2) espiral a la izquierda con');
Write('      rotacion en el sentido del reloj o espiral derecha con rotacion');
write('      en sentido contrario a la del reloj      (1) o (2):      ');
readln(esp);writeln;
write('      El angulo de la espira = (recomendado 35°) =      ');
readln(aesp);

```

```

CAR:=READKEY;CLRSCR;
TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      Ahora se escoge uno de los siguientes procesos de');
WRITELN;
WRITELN('      elaboracion, requerido para este diseño: ');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;WRITELN;WRITELN;
WRITELN('      1. Engranajes cortados o fresados, formados sin');
WRITELN('      mucha exactitud.');
```

Su (KPsi)	60	70	80	90	100	110	120	130
Ka	0,84	0,8	0,78	0,76	0,75	0,735	0,725	0,70

```

WRITELN('      2. Engranajes rectos cuyos dientes sean acabados por');
WRITELN('      sinfin o alisado.');
```

Su (KPsi)	140	150	160	170	180	190	200	210
Ka	0,68	0,675	0,66	0,65	0,64	0,635	0,625	0,62

```

WRITELN('      3. Dientes de alta precisión alisados o esmerilados');
WRITELN;WRITELN;TEXTCOLOR(LIGHTRED);
WRITE('      Para el diseño el numeral que corresponde es el ');
READLN(J1);TEXTCOLOR(RED);
car:=readkey;
clrscr;
factorJ;
writeLn;
WRITE('      La resistencia a la tension Sut, del piñon en Psi es: ');
READLN(Sut);
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      TABLA 3. Factor de acabado de superficie, Ka');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Su (KPsi)  60   70   80   90   100  110  120  130 ');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Ka          0,84 0,8 0,78 0,76 0,75 0,735 0,725 0,70');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Su (KPsi)  140  150  160  170  180  190  200  210 ');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Ka          0,68 0,675 0,66 0,65 0,64 0,635 0,625 0,62');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Su (KPsi)  220   230  240 ');
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Ka          0,615 0,61 0,61 ');
WRITELN('      -----');
WRITELN;
WRITE('      El Factor de superficie Ka, con Sut=',Sut:6:0,' es: ');
READLN (Ka);
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
TEXTCOLOR(RED);WRITELN;
WRITELN('      TABLA 4. Factores de confiabilidad');writeLn;TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN('      -----');
WRITELN('      Confiabilidad R  0.50  0.90  0.95  0.99  0.999  0.9999 ');
WRITELN;
WRITELN('      Factor Kc          1.000 0.897 0.868 0.814 0.753 0.702 ');
WRITELN('      -----');
WRITELN;
WRITE('      El factor de confiabilidad escogido,      Kc = ');
READLN (Kc);
```

```

CLRSCR;TEXTCOLOR(RED);
writeln;
WRITELN('          TABLA 5. Factores de Temperatura');TEXTCOLOR(WHITE);
writeln;
WRITELN('-----');
WRITELN('      | - 1.0           para   T ≤ 450°C (840°F)');writeln;
WRITELN('      | 1 - 5.8(10)^-3   para   450°C < T ≤ 550°C');writeln;
WRITELN('      | - 1 - 3.2(10)^-3   para   840°F < T ≤ 1020°F');writeln;
WRITELN('-----');writeln;
writeln;
WRITE('          El factor de Temperatura escogido ,      Kd = ');
READLN(Kd);WRITELN;TEXTCOLOR(RED);writeln;
writeln;
car:=readkey;
CLRSCR;
textcolor(red);
WRITELN('          TABLA 6. FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA Cm Y Km ');
WRITELN;textcolor(white);
WRITELN('-----');
WRITELN('          Ambos engranes   Un engrane   Ambos ');
WRITELN('          Aplicacion       entre      fuera de   fuera');
WRITELN('          Cojinetes        cojinetes  cojin. ');
WRITELN('-----');
WRITELN('          En la industria, uso general 1.00-1.10   1.10-1.25  1.25-1.40');
WRITELN('          En automoviles              1.00-1.10   1.10-1.25   ');
WRITELN('          En aeroplanos                1.00-1.25   1.10-1.40  1.25-1.50');
WRITELN('-----');
textcolor(lightrd);
WRITE('          El factor de Km o Cm de la tabla escogido = ');
READLN(Km);textcolor(white);
TEXTCOLOR(RED);WRITELN;
WRITELN('          TABLA 7. Factor de correccion por sobrecarga, Ko');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
WRITELN('-----');
WRITELN('          Características      Características de la carga impulsada');
WRITELN('          de impulso de la -----');
WRITELN('          máquina motriz   Uniforme  Choques moderados  Choques fuertes');
WRITELN('-----');
WRITELN('          Uniforme          1.00          1.25          1.75');
WRITELN('          Choque ligero     1.25          1.50          2.00');
WRITELN('          Choque moderado   1.50          1.75          2.25');
WRITELN('-----');
textcolor(red);
WRITE('          El factor por sobrecarga, escogido de la tabla, Ko = ');
READLN(Ko);textcolor(white);
CLRSCR;
WRITE('          DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL PIÑON (BHN) ES: ');
READLN(BHN);WRITELN;
WRITE('          DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL ENGRANE (BHN) ES: ');
READLN(BHNB);WRITELN;TEXTCOLOR(RED);

```

```

WRITELN('          TABLA 8. Factor de modificacion de vida, CL');
TEXTCOLOR(WHITE);WRITELN;
WRITELN('          -----'); WRITELN;
WRITELN('          Ciclos de vida      Factor de vida CL');WRITELN;
WRITELN('          -----');WRITELN;
WRITELN('          10^4          1.5');WRITELN;
WRITELN('          10^5          1.3');WRITELN;
WRITELN('          10^6          1.1');WRITELN;
WRITELN('          10^8 o más    1.0');WRITELN;
WRITELN('          -----');
WRITELN;
WRITE ('          El factor de modificacion de vida, CL = ');
READLN (CL);WRITELN;
CAR:=READKEY;
CLRSCR;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN;WRITELN;
WRITELN('          TABLA 9. Factores de confiabilidad, CR');
TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;WRITELN;
WRITELN('          -----');WRITELN;
WRITELN('          Confiabilidad R      Factor de Confiabilidad');WRITELN;
WRITELN('          -----');WRITELN;
WRITELN('          Hasta 0.99          0.80');WRITELN;
WRITELN('          0.99 a 0.999        1.00');WRITELN;
WRITELN('          0.999 o más         1.25 o más');WRITELN;
WRITELN('          -----');WRITELN;
WRITELN;WRITELN;
WRITE ('          El factor de confiabilidad requerido es, CR = ');
READLN (Cr);
CAR:=READKEY;
CLRSCR;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN;
CH:=1;
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('          TABLA 10. Factor de temperatura, CT');
WRITELN;WRITELN;TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN('          -----');WRITELN;
WRITELN('          La AGMA no hace recomendación alguna acerca de los valores ');WRITELN;
WRITELN('          a usar para el factor de temperatura CT cuando ésta sobrepasa');WRITELN;
WRITELN('          los 250°F, excepto en cuanto que implica que probablemente deba');WRITELN;
WRITELN('          usarse un valor de CT > 1.0. Lo anterior depende en alto grado');WRITELN;
WRITELN('          de las limitaciones de temperatura del lubricante que se utilice');WRITELN;
WRITELN('          puesto que los materiales deben soportarlas más altas. ');WRITELN;
WRITELN('          -----');WRITELN;
WRITELN;WRITELN;
write ('          El factor de temperatura deducido de acuerdo al texto , CT = ');
READLN (CT);
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('          TABLA 11. Valores de coeficiente elastico, Cp');textcolor(white);

```



```

WRITELN;
WRITELN(' -----');
WRITELN(' ENGRANE ');
WRITELN(' ----- ');
WRITELN(' PIÑON ----- ');
WRITELN(' E(Mpsi) ACERO HIERRO BRONCE DE BRONCE DE ');
WRITELN(' FUNDIDO ALUMINIO ESTAÑO ');
WRITELN(' ----- ');
WRITELN(' ACERO, E=30 2800 2450 2400 2350 ');
WRITELN(' ----- ');
WRITELN(' HIERRO FUNDIDO 2450 2250 2200 2150 ');
WRITELN(' E = 19 ');
WRITELN(' ----- ');
WRITELN(' BRONCE DE ');
WRITELN(' ALUMINIO 2400 2200 2150 2100 ');
WRITELN(' E = 17.5 ');
WRITELN(' ----- ');
WRITELN(' BRONCE DE ');
WRITELN(' ESTAÑO: E = 16 2350 2150 2100 2050 ');
WRITELN(' ----- ');
WRITELN;
WRITE (' El factor del coeficiente elastico de la tabla es, Cp = ');
READLN (Cp);writeLn;
car:=readkey;
CLRSCR;
factori;
flexion;

repeat
{Calculos por superficie}
Sc:=((0.4*BHN)- 10)*1000; {Resistencia de contacto}
K:=BHN/BHNB;
SH:= ((CL*CH)/(CT*Cr))*Sc; {resistencia hertziana}
Wtp:= SQR(SH/Cp)*(Kv*F*dmp*ii);
Ngc:= Wtp/Wt;
Nc:= Ngc/(Ko*Km); {factor de seguridad}

writeLn;textcolor(red);
writeLn(' FACTOR DE SEGURIDAD ');writeLn;textcolor(white);writeLn;
writeLn(' Factor de seguridad por Durabilidad en la superficie: Nf = ',Nc:1:3);writeLn;
if Nc < 1 then
Begin
writeLn(' El factor de seguridad por flexion = ',Nc:1:3,' ( 1 ');
writeLn;
writeLn(' mal diseñado aumente el paso normal: De ahora un P > ',Pn:1:2);
writeLn;
car:=readkey;
clrscr;
paso;
dientesp;
factorkb;
factorJ;

```

```
end;
```

```
if Nc >= 1 then
```

```
Begin
```

```
writeln('      El factor de seguridad por flexion = ',Nc:1:3,' > 1');
```

```
writeln;
```

```
writeln('      Buen diseño, con los datos entregados al programa');
```

```
writeln;
```

```
car:=readkey;
```

```
clrscr;
```

```
end;
```

```
flexion;
```

```
until Nc >= 1;
```

```
TEXTCOLOR(RED);WRITELN;
```

```
WRITELN('      MUESTRA DE RESULTADOS FINALES CON EL DISEÑO OPTIMO');
```

```
WRITELN;WRITELN;TEXTCOLOR(WHITE);
```

```
app:=app*180/pi;
```

```
WRITELN('      ANGULO DE PASO DEL PIÑON      APP =      ',APP:2:2,'°');
```

```
WRITELN;
```

```
apr:=apr*180/pi;
```

```
WRITELN('      ANGULO DE PASO DE LA RUEDA      APR =      ',APR:2:2,'°');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      ALTURA DE TRABAJO      hK =      ',hk:1:4,' pg.');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      HOLGURA      h =      ',HOLG:2:4,' pg.');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      RELACION DE VELOCIDAD O TRANSMISION, i =      ',I:2:0);
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      VELOCIDAD ANGULAR DE LA RUEDA (RPM) =      ',nr:4:2,' RPM');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA      Zr =      ',Zr:2:0,' Dtes');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON      Zp =      ',Zp:2:0,' Dtes');
```

```
WRITELN;
```

```
CAR:=READKEY;
```

```
CLRSCR;
```

```
WRITELN('      ANCHO DE CARA      F =      ',F:2:4,' pg.');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      VELOCIDAD ANGULAR DEL PIÑON (RPM) =      ',np:4:0,' RPM');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      PASO NORMAL      Pn =      ',Pn:4:0,' pg.');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      ANGULO DE PRESION NORMAL,  $\phi_n$  =      ',fi:3:1,'°');
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      FACTOR GEOMETRICO "J"      J =      ',J:1:4);
```

```
WRITELN;
```

```
WRITELN('      FACTOR GEOMETRICO "I"      I =      ',ii:1:4);
```

```
WRITELN;
```

```

WRITELN('      FACTOR DE VELOCIDAD,      Kv =      ',Kv:2:4);
WRITELN;
WRITELN('      DIAMETRO DE PASO DEL PIÑON, dp =      ',dpp:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      DIAMETRO DE PASO DE LA RUEDA, dr =      ',dpr:2:4,' pg. ');
WRITELN;
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
WRITELN('      DIAMETRO MEDIO DE PASO DEL PIÑON, dmp =      ',dmp:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      DIAMETRO MEDIO DE PASO DE LA RUEDA, dmr =      ',dmpr:2:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      ADENDO                                a =      ',Ar:1:4,' pg. ');
WRITELN;
WRITELN('      VELOCIDAD EN LA LINEA DE PASO      V =      ',V:4:2,' pm. ');
WRITELN;
WRITELN('      CARGA TRANSMITIDA,                  Wt =      ',Wt:4:2,' lbs. ');
WRITELN;
WRITELN('      CARGA RADIAL                        Wr =      ',Wr:4:2,' lbs. ');
WRITELN;
WRITELN('      CARGA AXIAL                        Wa =      ',Wa:4:2,' lbs. ');
WRITELN;
WRITELN('      ESFUERZO EN EL DIENTE              ESF =      ',ESF:4:2,' Psi ');
WRITELN;
WRITELN('      LIMITE DE FATIGA                    Se =      ',Se:4:2,' Psi ');
WRITELN;
CAR:=READKEY;
CLRSCR;
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO:      Ng =      ',NG:2:2);
WRITELN;
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD:                FS =      ',FS:2:2);
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      POR RESISTENCIA EN LA SUPERFICIE DE LOS DIENTES ');TEXTCOLOR(WHITE);
WRITELN;
pcn:=pi/Pn;
WRITELN('      PASO CIRCULAR NORMAL                pcn =      ',pcn:2:4,' pg ');
WRITELN;
WRITELN('      RESISTENCIA DE FATIGA AL CONTACTO    Sc =      ',Sc:6:2,' Psi ');
WRITELN;
WRITELN('      RESISTENCIA HERTZIANA, SH            SH =      ',SH:6:2,' Psi ');
WRITELN;
WRITELN('      FACTOR GEOMETRICO, I                I =      ',ii:2:4);
WRITELN;
WRITELN('      CARGA TRANSMITIDA PERMISIBLE        Wt,p =      ',Wtp:6:3,' lb' );
TEXTCOLOR(RED);
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO      Ng =      ',Ngc:2:2);
WRITELN;
WRITELN('      FACTOR DE SEGURIDAD:                FS =      ',Nc:2:2);
WRITELN;TEXTCOLOR(RED);
WRITE('      CONTINUA CALCULANDO ENGRANAJES CONICOS? (S/N)? ');
READLN(CAR);TEXTCOLOR(WHITE);

```

```
WRITELN;  
UNTIL CAR = 'N';  
END.
```

## 8. LISTADO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE POLEAS

```
Program Poleas(entrada,salida);
```

```
Uses Crt,graph,dos;
```

```
Var
```

```
car:Char;
```

```
z:Integer;
```

```
D,m,DD,Dr,F,a,b,h,s,ss:Real;
```

```
procedure poleal;
```

```
var
```

```
gd,gm :integer;
```

```
mode,x,y,r,a : integer;
```

```
b,c:integer;
```

```
Begin
```

```
gd := detect;
```

```
initgraph(gd,gm,'');
```

```
if graphresult <> grok then halt(1);
```

```
line(110,100,110,300);
```

```
line(110,300,610,300);
```

```
line(610,300,610,100);
```

```
line(110,100,140,100);
```

```
line(140,100,170,200);
```

```
line(170,200,230,200);
```

```
line(230,200,260,100);
```

```
line(260,100,320,100);
```

```
line(320,100,350,200);
```

```
line(350,200,410,200);
```

```
line(410,200,440,100);
```

```
line(440,100,470,100);
```

```
line(470,100,500,200);
```

```
line(500,200,560,200);
```

```
line(560,200,590,100);
```

```
line(590,100,610,100);
```

```
line(110,95,110,40);
```

```

line(610,95,610,40);
line(110,68,340,68);
line(380,68,610,68);
{triangulito, izq.}
line(110,68,120,66);
line(120,66,120,70);
line(120,70,110,68);
{triangulito, der.}
line(610,68,600,66);
line(610,66,610,70);
line(610,70,610,70);
line(380,160,380,80);
line(530,160,530,80);
line(380,90,435,90);
line(475,90,530,90);
line(530,90,555,90);
line(585,90,610,90);
line(140,95,140,80);
line(260,95,260,80);
line(140,88,185,88);
line(215,88,260,88);
line(105,100,10,100);
line(105,100,10,100);
line(80,150,10,150);
line(105,200,10,200);
line(112,150,212,150);
line(220,150,320,150);
line(330,150,430,150);
line(440,150,540,150);
line(550,150,630,150);
Line(80,100,80,200);
Line(60,100,60,150);
Line(40,100,40,300);
Line(25,150,25,300);
Line(15,200,15,300);

outtextxy(355,64,'F');
outtextxy(455,86,'S');
outtextxy(565,86,'P');
outtextxy(200,85,'b');
outtextxy(90,150,'H');
outtextxy(65,120,'a');
outtextxy(40,305,'Do');
outtextxy(25,305,'D');
outtextxy(5,305,'Dr');
car:=readkey;
closegraph;
clrscr;
end;

Begin

```

```

clrscr;
repeat
textcolor(red);
writeln('                                POLEAS ');writeln;textcolor(white);
textcolor(lightred);
writeln('                                TABLA 1.  Dimensiones de las poleas en B');textcolor(white);
writeln('                                -----');
writeln('                                Seccion   Diam.   Angulo   b   H   a   S   s ');
writeln('                                Correa   min pg.   ranura   pg. pg. pg. pg. pg. ');
writeln('                                -----');
writeln('                                A         3         34   0.494 0.490 0.125 5/8 3/8');
writeln('                                B         5.4        34   0.637 0.580 0.175 3/4 1/2');
writeln('                                C         9.0        38   0.650 0.580 0.175 3/4 1/2');
writeln('                                C         9.0        34   0.879 0.780 0.200 1 11/16');
writeln('                                C         9.0        36   0.887 0.780 0.200 1 11/16');
writeln('                                C         9.0        38   0.895 0.780 0.200 1 11/16');
writeln('                                D        13.0        34   1.259 1.050 0.300 1 7/16 7/8 ');
writeln('                                D        13.0        36   1.271 1.050 0.300 1 7/16 7/8 ');
writeln('                                D        13.0        38   1.283 1.050 0.300 1 7/16 7/8 ');
writeln('                                E        21.0        36   1.527 1.300 0.400 1 3/4 1.125');
writeln('                                E        21.0        38   1.542 1.300 0.400 1 3/4 1.125');
writeln('                                -----');
write('                                De la Tabla de el valor normalizado de b: ');
readln(b);
write('                                De la Tabla de el valor normalizado de H: ');
readln(h);
write('                                De la Tabla de el valor normalizado de a: ');
readln(a);
write('                                De la Tabla de el valor normalizado de S: ');
readln(S);
write('                                De la Tabla de el valor normalizado de s: ');
readln(sS);
clrscr;
polea1;

write('                                El diametro primitivo de la polea, D es: ');
readln(d);writeln;
write('                                El diametro exterior de la polea, Do es:');writeln;
DD := d + 2*a;
writeln('                                Do = D + 2a      Do = ',D:3:1,' + 2*',a:1:3);writeln;
writeln('                                Do = ',DD:3:1,' pg. ');writeln;
write('                                El numero de correas que se van a utilizar, m es: ');
readln(m);writeln;
write('                                El ancho de la polea, F es: ');writeln;
F := (m-1)*S - 2*s;
writeln('                                F = (m-1)*S - 2s ; F = (',m:1:0,' - 1)*',S:1:3,' - 2*',ss:1:3);writeln;
writeln('                                F = ',f:1:3,' pg. ');writeln;
writeln('                                El diametro de raiz, Dr es: ');writeln;
Dr := DD - H;
writeln('                                Dr = Do - H ;      Dr = ',DD:1:1,' - ',H:1:3);writeln;
writeln('                                Dr = ',Dr:2:1,' pg. ');textcolor(red);writeln;

```

```
write('      DESEA SEGUIR CALCULANDO POLEAS (S/N)? ');
car:=readkey;textcolor(white);
clrscr;

until car = 'N';
end.
```



## 9. LISTADO DEL PROGRAMA DEL MENU

```
{ $M $4000,0,0}
uses crt, dos;
var
a:string;
car:char;

begin
clrscr;
textcolor(red);
textcolor(RED);
writeln('          DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS ');
textcolor(WHITE);
writeln('          1. ENGRANAJES CONICOS ');
writeln('          2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES ');
writeln('          3. TORNILLOS DE SUJECION ');
writeln('          4. JUNTAS CON EMPAQUES ');
writeln('          5. TORNILLOS SIN FIN ');
writeln('          6. CADENAS DE RODILLOS ');
writeln('          7. CORREAS EN "V" ');
writeln('          8. POLEAS ');
writeln('          9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA');
writeln;textcolor(red);
write('          Con cual de los anteriores numerales desea trabajar: ');
READLN(A);writeln;textcolor(lightblue);
write('          Elaborado por: Víctor Manuel Libreros y William Muñoz ');
textcolor(white);
car:=readkey;
IF a = '1' then begin;
swapvectors;
exec('conicos.exe','');
swapvectors;
end;
IF a = '2' then begin;
swapvectors;
exec('coniesp.exe','');
swapvectors;
end;
IF a = '3' then Begin;
```

```
swapvectors;  
exec('tornisuj.exe','');  
swapvectors;  
end;  
IF a = '4' then Begin;  
swapvectors;  
exec('empaques.exe','');  
swapvectors;  
end;  
IF a = '5' then Begin;  
swapvectors;  
exec('sinfin.exe','');  
swapvectors;  
end;  
IF a = '6' then Begin;  
swapvectors;  
exec('cadenas.exe','');  
swapvectors;  
end;  
IF a = '7' then Begin;  
swapvectors;  
exec('correass.exe','');  
swapvectors;  
end;  
IF a = '8' then Begin;  
swapvectors;  
exec('Poleas.exe','');  
swapvectors;  
end;  
end.
```

## 10. MANUAL DEL PROGRAMA

Para poder utilizar el programa se instala el diskette de 3½ en el drive b> o a> después de instalarlo, con el computador ya prendido, se procede a ubicarse en este drive, por ejemplo si estás en el drive C (disco duro) digitar: a: -> (-> significa enter o return en su teclado). Estando ya en el drive donde está el diskette se procede a digitar la palabra menu ->, en donde ya aparece el menú principal en donde se encuentra todas las opciones a utilizar. Empezamos con la primera opción.

NOTA: Si se desea imprimir las pantallas al finalizar cada pantalla oprimir la tecla [print screen].

Al entrar la programa hay 8 items para seleccionar empezamos con el item 1 (engranajes cónicos).

### 10.1. ENGRANAJES CONICOS

Este programa sirve para calcular todo lo relacionado con

engranajes cónicos, los siguientes son los pasos a seguir según el ejemplo ejecutado e impreso en el Anexo A.

1. Paso diametral, es mejor escoger un paso diametral de los primeros 2,  $2 \frac{1}{4}$ ,  $2 \frac{1}{2}$ , 3 ó 4 para empezar.

Dar: 4 <enter>

2. Se da el valor del ángulo de presión normal de acuerdo a las recomendaciones:

Dar: 20 <enter>

3. Aparece recomendado el número de dientes del piñón, se dan los valores recomendados entre paréntesis o si se tiene un diseño o problema real se da el valor requerido.

Dar: 25 <enter>

4. Relación de transmisión requerida. Para el ejemplo:

Dar: 2 <enter>

5. Observar los resultados que aparecen y entrar la potencia requerida para el diseño:

Dar: 10 <enter>

6. De los numerales (del 1 al 3) se escoge el tipo de proceso de elaboración. Para el ejemplo, caso 2:

Dar: 2 <enter>

7. De la Tabla se escoge el factor geométrico con los datos dados en la parte inferior de la tabla, en este caso con 25 dientes del piñón y 50 dientes en la rueda.

Puede realizarse una interpolación con calculadora o puede darse el valor menor para aumentar el esfuerzo.

Dar: 0.215 <enter>

8. Dar el valor de la resistencia a la tensión del material del piñón.

Dar: 120000 <enter>

9. De la tabla se escoge el factor  $K_a$  de acuerdo a la resistencia a la tensión del piñón.

Dar: 0.725 <enter>

10. De la Tabla se halla el factor de tamaño con el dato del paso normal en la parte inferior de la tabla.

Dar: 0.89 <enter>

11. De la Tabla se halla el factor de confiabilidad, si no se tiene un dato preciso generalmente se toma 0.814.

Dar: 0.814.

12. De la Tabla se da el factor de temperatura de acuerdo a las indicaciones en la misma.

Dar: 1

13. De la Tabla se da el factor de efectos diversos de acuerdo al valor que aparece en la parte inferior de la tabla de la resistencia última del material del piñón.

Dar: 1.33 <enter>

14. De la tabla se da el factor de distribución.

Dar: 1.1 <enter>

15. De la tabla se da el factor de corrección de sobrecarga.

Dar: 1.25 <enter>

16. De la Tabla se da el factor de modificación de vida.

Si no se tiene un valor preciso, generalmente se toma 1.1.

Dar: 1.1 <enter>

17. De la Tabla se da el factor de confiabilidad. Si no se tiene un valor preciso, generalmente se toma 0.8.

Dar: 0.8 <enter>

18. De la Tabla se da el factor de temperatura. Si no se tiene un valor preciso, generalmente se toma 1.

Dar: 1 <enter>

19. De la Tabla se da el coeficiente elástico. Para el ejemplo:

Dar: 2800 <enter>

20. De la Tabla se da el factor geométrico I con los valores mostrados en la parte inferior de la tabla. Se puede interpolar con calculadora, de lo contrario se toma el valor menor para aumentar el esfuerzo y ser conservativos en el diseño.

Dar: 0.0835 <enter>

21. Se muestra el factor de seguridad, como es buen diseño se da enter hasta mostrar todos los resultados. si no hubiera sido bueno el diseño el programa vuelve a retomar los datos y cambiar aquellos que puede llegar a obtener un buen diseño.

22. De aqui en adelante se teclea <enter> y se pueden imprimir los resultados hasta que salga el mensaje de "Continua calculando engranajes cónicos (S/N)? .

## 10.2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES

Este programa sirve para calcular todo lo relacionado con engranajes cónicos espirales, los siguientes son los pasos a seguir según el ejemplo ejecutado e impreso en el Anexo A.

1. Paso diametral, es mejor escoger un paso diametral de los primeros 2,  $2 \frac{1}{4}$ ,  $2 \frac{1}{2}$ , 3 ó 4 para empezar.

Dar: 4 <enter>

2. Se da el valor del ángulo de presión normal de acuerdo a las recomendaciones:

Dar: 20 <enter>

3. Aparece recomendado el número de dientes del piñón, se dan los valores recomendados entre paréntesis o si se tiene un diseño o problema real se da el valor requerido.

Dar: 25 <enter>

4. Relación de transmisión requerida. Para el ejemplo:

Dar: 2 <enter>

4. Observar los resultados que aparecen y entrar la potencia requerida para el diseño:

Dar: 10 <enter>

5. Dar la dirección de la espira para las opciones 1 ó 2. Para el ejemplo:

Dar: 1 <enter>

6. Dar el valor del ángulo de la espira de acuerdo a la

recomendación:

Dar: 35 <enter>

7. De los numerales (del 1 al 3) se escoge el tipo de proceso de elaboración. Para el ejemplo, caso 2:

Dar: 2 <enter>

8. De la Tabla se escoge el factor geométrico con los datos dados en la parte inferior de la tabla, en este caso con 25 dientes del piñón y 50 dientes en la rueda.

Puede realizarse una interpolación con calculadora o puede darse el valor menor para aumentar el esfuerzo.

Dar: 0.29 <enter>

9. Dar el valor de la resistencia a la tensión del material del piñón.

Dar: 120000 <enter>

10. De la tabla se escoge el factor  $K_a$  de acuerdo a la resistencia a la tensión del piñón.

Dar: 0.725 <enter>

11. De la Tabla se halla el factor de confiabilidad, si no se tiene un dato preciso generalmente se toma 0.814.

Dar: 0.814.

12. De la Tabla se da el factor de temperatura de acuerdo a las indicaciones en la misma.

Dar: 1

13. De la tabla se da el factor de distribución.

Dar: 1.1 <enter>

14. De la tabla se da el factor de corrección de



sobrecarga.

Dar: 1.25 <enter>

15. Dar la dureza brinel del material del piñón.

Dar: 500 <enter>

16. Dar la dureza brinel del material de la rueda.

Dar: 500 <enter>

17. De la Tabla se da el factor de modificación de vida.

Si no se tiene un valor preciso, generalmente se toma 1.1.

Dar: 1.1 <enter>

18. De la Tabla se da el factor de confiabilidad. Si no se tiene un valor preciso, generalmente se toma 0.8.

Dar: 0.8 <enter>

19. De la Tabla se da el factor de temperatura. Si no se tiene un valor preciso, generalmente se toma 1.

Dar: 1 <enter>

20. De la Tabla se da el coeficiente elástico. Para el ejemplo:

Dar: 2800 <enter>

21. De la Tabla se da el factor geométrico I con los valores mostrados en la parte inferior de la tabla. Se puede interpolar con calculadora, de lo contrario se toma el valor menor para aumentar el esfuerzo y ser conservativos en el diseño.

Dar: 0.116 <enter>

22. Se muestra el factor de seguridad, como es buen

diseño se da enter hasta mostrar todos los resultados. si no hubiera sido bueno el diseño el programa vuelve a retomar los datos y cambiar aquellos que puede llegar a obtener un buen diseño.

23. De aqui en adelante se teclea <enter> y se pueden imprimir los resultados hasta que salga el mensaje de "Continua calculando engranajes cónicos espirales (S/N)?

### 10.3. TORNILLOS DE SUJECION

Para entrar a este item se oprime el número 3. <enter>

A. Leer la teoría y después dar <enter>.

B. Seleccionar cualquiera de los items de acuerdo al ejemplo mostrado en el Anexo A.

#### 10.3.1. Carga axial.

1. De el valor de la carga axial sobre el tornillo. Para el ejemplo:

Dar: 200 <enter>

2. De la tabla se da el valor del factor de servicio.

Dar: 1.25 <enter>

3. De la Tabla dar el Factor de Seguridad.

Dar: 1.25 <enter>

4. De la Tabla seleccionar el material del tornillo.

Entre más aumente el numeral mayor resistencia posee el

material. Para el ejemplo:

Dar: 5 <enter>

5. Observar los resultados y dar el tipo de rosca que se requiere.

Dar: 1 <enter>

6. Observar los resultados, si los resultados son satisfactorios el diseño está culminado de lo contrario habría que devolverse a aumentar el factor de seguridad.

### 10.3.2. Uniones con carga de apriete.

1. Oprimir el numeral 2 <enter>

2. De la Tabla dar el Factor de Seguridad.

Dar: 1.25 <enter>

3. De la Tabla seleccionar el material del tornillo. Entre más aumente el numeral mayor resistencia posee el material. Para el ejemplo:

Dar: 5 <enter>

4. Dar la fuerza de apriete sobre el tornillo. Para el ejemplo:

Dar: 1000 <enter>

5. Observar los resultados y oprimir <enter>

6. Observar los resultados y dar el tipo de rosca que se requiere.

Dar: 1 <enter>

7. Observar los resultados y oprimir <enter>

8. Observar los resultados y analizarlos. Oprimir S ó N según corresponda.

### 10.3.3. Tensado previo y carga de servicio.

1. Se oprime el numero 3 y <enter>.

2. Se da el factor de servicio de acuerdo a la tabla.

Dar: 1.1 <enter>

3. Se da el factor de seguridad de acuerdo a la tabla.

Dar: 3 <enter>

4. De la Tabla seleccionar el material del tornillo.

Entre más aumente el numeral mayor resistencia posee el material. Para el ejemplo:

Dar: 5 <enter>

5. Observar los resultados. Dar el valor de la fuerza o la presión dependiendo de la información que se tenga.

Dar: 1 <enter>

6. Dar el valor de la carga de servicio.

Dar: 1200 <enter>

7. Dar el diámetro de la tapa del cilindro

Dar: 4 <enter>

8. Dar el diámetro del circulo de colocación de los tornillos. Para el ejemplo:

Dar: 8 <enter>

9. Dar el diámetro del circulo de la tapa.

Dar: 10 <enter>

10. Dar el espesor de la placa superior

Dar: 2 <enter>

11. Dar el espesor de la placa inferior

Dar: 2 <enter>

12. De acuerdo a las recomendaciones de la tabla dar el valor del factor K (el mayor del rango).

Dar: 1.65 <enter>

13. Inicialmente se supone un valor de  $C_t$  lo más cerca posible a 0.5.

Dar: 0.4 <enter>

14. Observar resultados y seleccionar el tipo de rosca.

Dar: 1 <enter>

15. Observar los resultados y oprimir <enter>

16. Observar los resultados y oprimir <enter>

17. Observar los resultados y oprimir <enter>

18. Se recalcula  $C_t$ , por lo tanto dar el valor del módulo de elasticidad.

Dar: 10e6 <enter>

19. Seleccionar el tipo de sección transversal del tornillo.

Dar: 1 <enter>

20. Observar los resultados y oprimir <enter>

21. Observar los resultados y oprimir <enter>

22. Observar los resultados, si están bien diseñados dar S ó N y si el diseño no es satisfactorio oprimir N.

#### 10.3.4. Tornillos sometidos a carga de fatiga

1. Se oprime el numero 4 y <enter>.

2. Se da el factor de servicio de acuerdo a la tabla.

Dar: 1.25 <enter>

3. Se da el factor de seguridad de acuerdo a la tabla.

Dar: 3.5 <enter>

4. De la Tabla seleccionar el material del tornillo.

Entre más aumente el numeral mayor resistencia posee el material. Para el ejemplo:

Dar: 5 <enter>

5. Observar los resultados. Dar el valor de la fuerza o la presión dependiendo de la información que se tenga.

Dar: 1 <enter>

6. Dar el valor de la carga de servicio máxima.

Dar: 1200 <enter>

7. Dar el valor de la carga de servicio mínima.

Dar: 200 <enter>

8. Dar el diámetro de la tapa del cilindro

Dar: 4 <enter>

9. Dar el diámetro del circulo de colocación de los tornillos. Para el ejemplo:

Dar: 8 <enter>

10. Dar el diámetro del circulo de la tapa.

Dar: 10 <enter>

11. Dar el espesor de la placa superior

Dar: 2 <enter>

12. Dar el espesor de la placa inferior

Dar: 2 <enter>

13. De acuerdo a las recomendaciones de la tabla dar el valor del factor K (el mayor del rango).

Dar: 1.65 <enter>

14. Inicialmente se supone un valor de Ct lo más cerca posible a 0.5.

Dar: 0.45 <enter>

15. Observar resultados y oprimir <enter>

16. Observar los resultados y seleccionar el tipo de rosca.

Dar: 1 <enter>

17. Observar los resultados y oprimir <enter>

18. Observar los resultados y oprimir <enter>

19. Observar los resultados y oprimir <enter>

20. Se recalcula Ct, por lo tanto dar el valor del módulo de elasticidad.

Dar: 10e6 <enter>

21. Seleccionar el tipo de sección transversal del tornillo.

Dar: 2 <enter>

22. Si el valor del tamaño del diámetro no aparece en la Tabla primera columna, oprimir el número 1 <enter>. Si el diámetro aparece en la primera columna oprimir el número 2 <enter>.

Dar: 2 <enter> (Para el ejemplo 3/4 si aparece en la

tabla).

23. Dar el valor de h columna 3, 5 ó 7 según el tipo de cabeza del tornillo.

Dar: 0.5 <enter> (Dar el valor en decimales).

24. Dar el valor de S de la columna 2,4 ó 6 según el tipo de cabeza del tornillo.

Dar: 1.125 <enter> (Dar el valor en decimales).

25. Si el valor del tamaño del diámetro no aparece en la Tabla primera columna, oprimir el número 1 <enter>. Si el diámetro aparece en la primera columna oprimir el número 2 <enter>.

Dar: 2 <enter> (Para el ejemplo 3/4 si aparece en la tabla).

26. Dar el valor de H columna 3, 4 ó 5 según el tipo de cabeza del tornillo.

Dar: 0.64 <enter> (Dar el valor en decimales).

27. Dar el valor de S de la columna 2.

Dar: 1.125 <enter> (Dar el valor en decimales).

28. Observar los resultados y oprimir <enter>

29. Observar los resultados y oprimir <enter>

30. Observar los resultados y oprimir <enter>

31. Observar los resultados, si están bien diseñados dar S ó N y si el diseño no es satisfactorio oprimir N.



### 10.3.5. Carga transversal.

1. Se oprime el numero 5 y <enter>.

2. Se da el factor de servicio de acuerdo a la tabla.

Dar: 1.3 <enter>

3. Se da el factor de seguridad de acuerdo a la tabla.

Dar: 3.5 <enter>

4. De la Tabla seleccionar el material del tornillo.  
Entre más aumente el numeral mayor resistencia posee el material. Para el ejemplo:

Dar: 5 <enter>

5. Dar el valor de la fuerza transversal sobre el tornillo. Para el ejemplo:

Dar: 500 <enter>

6. De la Tabla dar el coeficiente de fricción de acuerdo a los materiales en fricción, si no se encuentra suponer un valor haciendo relación con los materiales dados en la tabla.

Dar: 0.18 <enter>

7. Dar el número de juntas que intervienen en la unión.

Dar: 2 <enter>

8. Observar los resultados. Dar el valor del esfuerzo admisible numeral 1 o 2 dependiendo del material utilizado. Para el ejemplo:

Dar: 1 <enter>

9. De acuerdo al tipo de rosca para el diseño dar 1 ó 2.

Dar: 1 <enter>

10. Observar los resultados y oprimir <enter> .
11. Observar los resultados, si están bien diseñados dar S ó N y si el diseño no es satisfactorio oprimir N.

#### 10.4. JUNTAS CON EMPAQUES

1. Dar el numero 4 <enter>
2. Leer la teoría y oprimir <enter>.
3. Se da el factor de servicio de acuerdo a la tabla.  
Dar: 1.3 <enter>
4. Se da el factor de seguridad de acuerdo a la tabla.  
Dar: 3.5 <enter>
5. De la Tabla seleccionar el material del tornillo.  
Entré más aumente el numeral mayor resistencia posee el material. Para el ejemplo:  
Dar: 5 <enter>
6. De la Tabla dar el factor "m" de acuerdo al material del empaque. Para el ejemplo:  
Dar: 2.25 <enter>
7. De la Tabla dar el factor "Y" de acuerdo al material del empaque. Para el ejemplo:  
Dar: 2200 <enter>
8. Dar el espesor del empaque. Para el ejemplo:  
Dar: 0.125 <enter>
9. Observar los resultados. Dar el valor de la presión en el interior del cilindro.

Dar: 500 <enter>

10. Dar el diámetro de la tapa del cilindro

Dar: 4 <enter>

11. Dar el diámetro del círculo de colocación de los tornillos. Para el ejemplo:

Dar: 8 <enter>

12. Dar el diámetro del círculo de la tapa.

Dar: 10 <enter>

13. Dar el espesor de la placa superior

Dar: 2 <enter>

14. Dar el espesor de la placa inferior

Dar: 2 <enter>

15. De acuerdo a las recomendaciones de la tabla dar el valor del factor K (el mayor del rango).

Dar: 3.3 <enter>

16. Inicialmente se supone un valor de  $C_t$  lo más cerca posible a 1.

Dar: 0.9 <enter>

17. Observar resultados y oprimir <enter>

18. Observar resultados y oprimir <enter>

19. Observar resultados y oprimir <enter>

20. Observar resultados y oprimir <enter>

21. De acuerdo a las recomendaciones de la tabla dar el valor del factor K. Ya que la junta no es segura.

Dar: 4.5 <enter>

22. Inicialmente se supone un valor de  $C_t$  lo más cerca posible a 1.

Dar: 0.9 <enter>

23. Observar resultados y oprimir <enter>

24. Observar resultados y oprimir <enter>

25. Observar resultados y oprimir <enter>

26. Observar resultados y oprimir <enter>

27. Observar los resultados y seleccionar el tipo de rosca.

Dar: 1 <enter>

28. Observar resultados y oprimir <enter>

29. Observar resultados y oprimir <enter>

30. Observar resultados y oprimir <enter>

31. Dar el módulo de elasticidad de acuerdo a la tabla.

Dar: 5e6 <enter>

32. de la Tabla dar el valor de  $q$  de acuerdo al material utilizado y a la presión dentro del cilindro.

Dar: 0.11 <enter>

33. Observar resultados y oprimir <enter>

34. Observar los resultados, si están bien diseñados dar S ó N y si el diseño no es satisfactorio oprimir N.

#### 10.5. TORNILLOS SIN FIN

1. Oprimir el número 5 <enter>

2. Leer la teoría y oprimir <enter>

3. Leer la teoría y dar el valor de las rpm de entrada.

Para el ejemplo:

Dar: 1160 <enter>

4. Dar las rpm de salida. Para el ejemplo:

Dar: 58 <enter>

5. Dar la potencia a transmitir. Para el ejemplo:

Dar: 33 <enter>

6. De la tabla se da el factor de servicio dependiendo del tiempo de trabajo de la máquina y de la fuente de potencia y maquina impulsada. Para el ejemplo:

Dar: 1.1 <enter>

7. Observar los resultados y oprimir <enter>

8. Se introduce el numeral en donde las rpm son más cercanas a las de trabajo o entrada. Pare el ejemplo:

Dar: 2 <enter>

9. De la tabla se escoge el valor de la distancia entre centros de acuerdo a los valores dados en la parte inferior de la tabla.

Dar: 8 <enter>

10. Dar el valor del diámetro primitivo.

Dar: 2.8 <enter>

11. Dar el valor del ancho de cara de la rueda.

Dar: 1.8125 <enter>

12. Observar los resultados y dar <enter>

13. Observar los resultados y dar <enter>

14. De la Tabla de escoge el material de la rueda y su

resistencia a la fatiga.

Dar: 22000 <enter>

15. De la tabla se escoge el número de filetes que se acerque más a un valor entero o un valor intermedio de la tabla.

Dar: 4 <enter>

16. Observar los resultados y dar el valor del paso normal normalizado más próximo al calculado.

17. Observar los resultados y oprimir <enter>

18. Observar los resultados y oprimir <enter>

19. De la Tabla, a partir del ángulo de presión normal se escoge el factor del desgaste.

Dar: 125 <enter>

20. Observar los resultados y oprimir <enter>

21. Observar los resultados y oprimir <enter>

22. Como los tornillos están mal diseñados se vuelve a la tabla y se da un valor del ángulo de presión normal a partir del valor K mostrado.

Dar: 30 <enter>

23. Observar los resultados y oprimir <enter>

24. Observar los resultados y oprimir <enter>

25. Se escoge el valor del factor del desgaste dependiendo del ángulo de presión hallado anteriormente.

Dar: 180 <enter>

26. Observar los resultados y oprimir <enter>

27. Observar los resultados, si está bien diseñado dar

S ó N y si el diseño no es satisfactorio oprimir N.

#### 10.6. CADENAS DE RODILLOS

1. Oprimir el número 6 <enter>
2. Leer la teoría y dar <enter>
3. Dar el factor de servicio dependiendo del tipo de carga y el tipo de fuente de potencia.

Dar: 1.1 <enter>

4. Observar los resultados y oprimir <enter>
5. Observar los resultados y oprimir <enter>
6. Observar los resultados y oprimir <enter>
7. Observar los resultados y oprimir <enter>

NOTA: De esta tabla los diseños satisfactorios son aquellos en donde la última columna dice "SI". Se selecciona aquella que tenga el menor número de cadenas o por costos.

8. Si desea calcular otra transmisión oprimir la letra S de lo contrario oprimir N.

#### 10.7. CORREAS

1. Oprimir el numero 7 <enter>.
2. Leer la teoría y dar <enter>
3. Dar el factor de servicio de acuerdo a los parámetros dados.

Dar: 1.5 <enter>

4. Entrar las rpm de entrada. Para el ejemplo:

Dar: 1160 <enter>

5. Entrar la potencia a transmitir.

Dar: 50 <enter>

6. Dar las rpm de la rueda.

Dar: 270 <enter>

7. Observar lo que se dice y dar <enter>.

8. Observar la figura y hallar el tipo de correa con los datos anteriormente vistos.

Dar: <enter>

9. Dar el tipo de correa seleccionada correspondiente al numeral. Para el ejemplo:

Dar: 4 <enter>

10. De la tabla dar el diámetro mínimo de acuerdo al tipo de correa seleccionada.

Dar: 13 <enter>

11. De acuerdo al valor que aparece en la parte inferior de la tabla dar el valor del factor  $K_d$ .

Dar: 1.14 <enter>

12. Observar los resultados y dar <enter>

13. Observar los resultados y dar <enter>

14. Observar los resultados y dar <enter>

15. Dar el valor de la longitud normalizada, si no aparece dar un valor mayor al que aparece en la parte inferior de la tabla.



Dar: 240 <enter>

16. Observar los resultados y dar <enter>

17. De acuerdo al valor que aparece en la parte inferior de la tabla dar el factor de corrección por ángulo.

Dar: 0.89 <enter>

18. De acuerdo al valor que aparece en la parte inferior de la tabla dar el factor de corrección por longitud.

Dar: 1.0 <enter>

19. Observar los resultados y dar <enter>

20. Observar los resultados y dar <enter>

21. Dependiendo del material de la correa se halla el coeficiente de rozamiento de esta tabla. Para el ejemplo:

Dar: 0.25 <enter>

22. Observar los resultados y dar <enter>

23. Observar los resultados y dar <enter>. Tener en cuenta los valores de  $F_{p1}$  y  $F_{p2}$  para la siguiente gráfica.

24. Aparece la gráfica. Anotar los valores de  $N1$  y  $N2$ . Si el cruce de valores se sale de la gráfica extrapolar con un valor no muy exacto.

Dar: <enter>

25. Anotar el valor de  $N1$  hallado. Para el ejemplo.

Dar: 4e8 <enter>

26. Anotar el valor de  $N2$  hallado. Para el ejemplo.

Dar: 5e9 <enter>

27. Si desea calcular otra transmisión oprimir la letra

S de lo contrario oprimir N.

#### 10.8. POLEAS

1. Oprimir el numero 8 <enter>

2. De la tabla y dependiendo del tipo de correa utilizada dar el valor de b de la columna 4. Dar los valores en decimales y no en fraccionarios.

Dar: 1.259 <enter>

3. Dar el valor de H, columna 5. Dar los valores en decimales y no en fraccionarios.

dar: 1.05 <enter>

4. Dar el valor de a, columna 6. Dar los valores en decimales y no en fraccionarios.

Dar: 0.3 <enter>

5. Dar el valor de S, columna 7. Dar los valores en decimales y no en fraccionarios.

Dar: 1,4375 <enter>

6. Dar el valor de s, columna 8. Dar los valores en decimales y no en fraccionarios.

Dar: 0.875 <enter>

7. Observar los resultados. Si desea calcular otra transmisión oprimir la letra S de lo contrario oprimir N.

## 11. CONCLUSIONES

- El diseño de elementos mecánicos por medio de un programa resultó muy fácil de manera rápida y efectiva.
- Es mucho más seguro y rápido el cálculo de los elementos aquí tratados por medio de la utilización de el programa elaborado.
- Es muy útil la graficación en programación ya que cualquier nomograma puede elaborarse y dar al usuario el mejor servicio.
- La programación en pascal por computador no es complicado y es una herramienta muy útil para el ingeniero mecánico para la elaboración de paquetes de diseño.

## BIBLIOGRAFIA

CAICEDO, Jorge. Diseño de Elementos de Máquinas.

Teoría y práctica. Tomos I,II,III,IV. Cali:

Universidad del Valle: Departamento de Mecánica de  
Sólidos y Materiales. 1.986.

CASTAÑEDA, Jesús David. Cali: Univalle, s.f.

Conferencias sobre Tornillos de Sujeción y empaques.

SHIGLEY, Joseph E. MITCHELL, Larry D. Diseño en

Ingeniería Mecánica. 4 ed. México: Mc Graw  
Hill, 1.985.

ANEXO A. UTILITARIO DEL PROGRAMA

## ANEXO A. Utilitario del programa

Para poder utilizar el programa se instala el diskette de 3½ en el drive b> o a>, después de instalarlo, con el computador ya prendido, se procede a ubicarse en este drive, por ejemplo si estás en el drive C (disco duro) digitar: a: -> (-> significa enter o return en su teclado). Estando ya en el drive donde está el diskette se procede a digitar la palabra menu ->, en donde ya aparece el menú principal en donde se encuentra todas las opciones a utilizar. Empezamos con la primera opción.

NOTA: Si se desea imprimir las pantallas al finalizar cada pantalla oprimir la tecla [print-screen].

## PROBLEMA EJEMPLO PARA ENGRANAJES CONICOS

Se desea diseñar un par de engranajes cónicos en el cual las revoluciones de entrada son de 600 rpm, la potencia transmitida es de 10 HP con un número de dientes en el piñón de 25, la relación de transmisión requerida es de 2. Los engranajes se destinan para uso industrial general y es muy probable que se empleen en aplicaciones donde ambos estén montados fuera de borda.

NOTA: El diseño es óptimo cuando el factor de seguridad sobrepasa un valor conservativo de 4.

## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar:

1



TABLA 1. PASOS DIAMETRALES

	DTE/PULG.
Paso burdo	2, 2 1/4, 2 1/2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16
Paso fino	20, 24, 32, 40, 48, 64, 80, 96, 120, 150, 200

El valor del Paso diametral escogido inicialmente es: 4

El angulo de presion normal es  $20^\circ$   $\rightarrow$  estandar, esto aumenta la  
La razon de contacto, evita el rebaje e incrementa la resistencia  
del piñon, ahora el valor del angulo de presion es: 20

Numero de dientes del piñon:

valores minimos (13, 14, 15, 16)  $Z_p = 25$

Para el diseño que rpm se requiere en el piñon: 600

Que relacion de transmision ,i, se requiere: 2

Las rpm de la rueda resultan de:  $n_r = n_p/i$

$$n_r = 600/2.000$$

$$n_r = 300 \text{ rpm}$$

La potencia que se desea transmitir en HP es: 10

Ahora se escoge uno de los siguientes procesos de elaboracion, requerido para este dise#o:

1. Engranajes cortados o fresados, formados sin mucha exactitud.
2. Engranajes rectos cuyos dientes sean acabados por sinfin o alisado.
3. Dientes de alta precisi#n alisados o esmerilados

Para el dise#o el numeral que corresponde es el 2

TABLA 2. Factores Geometricos J para engranes conicos

Numero de Dientes del Pi#on	Factor geometrico J Dientes de la Rueda								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
15	0.173	0.180	0.1810	0.1820	0.1820	0.1870	0.1950	0.200	0.210
20	0.198	0.199	0.2003	0.2005	0.2006	0.2120	0.2200	0.228	0.232
30	0.230	0.233	0.2300	0.2310	0.2300	0.2402	0.2500	0.259	0.260
40	0.238	0.254	0.2500	0.2490	0.2575	0.2620	0.2720	0.279	0.282
50	0.239	0.261	0.2680	0.2700	0.2775	0.2820	0.2885	0.297	0.300
60	0.249	0.268	0.2690	0.2960	0.3000	0.3200			
80	0.261	0.290	0.3080	0.3220	0.3350	0.3408	0.3485		
100	0.280	0.305	0.3208	0.3375	0.3475	0.3575	0.3660	0.370	0.380

De la Tabla 2 con: numero de dientes del pi#on = 25  
numero de dientes de la rueda = 50

El valor de J encontrado es: = 0.215

La resistencia a la tension  $S_{ut}$ , del piñon en Psi es: 120000

TABLA 3. Factor de acabado de superficie,  $K_a$

$S_u$ (KPsi)	60	70	80	90	100	110	120	130
$K_a$	0,84	0,8	0,78	0,76	0,75	0,735	0,725	0,70
$S_u$ (KPsi)	140	150	160	170	180	190	200	210
$K_a$	0,68	0,675	0,66	0,65	0,64	0,635	0,625	0,62
$S_u$ (KPsi)	220	230	240					
$K_a$	0,615	0,61	0,61					

El Factor de superficie  $K_a$ , con  $S_{ut}=120000$  es: 0.725

TABLA 4. Factor de Tamaño,  $K_b$

Paso P DTE/PULG.	Factor $K_b$	Paso P DTE/PULG.	Factor $K_b$
2	0.832	6	0.925
2 1/2	0.850	7	0.939
3	0.865	8	0.951
4	0.890	10	0.972
5	0.909	12	0.990

Con Paso normal,  $P_n = 4.00$  pulg. escoger  $K_b$  de la Tabla

El factor de tamaño escogido de la tabla es:  $K_b = 0.89$

TABLA 5. Factores de confiabilidad

Confiabilidad R	0.50	0.90	0.95	0.99	0.999	0.9999
Factor Kc	1.000	0.897	0.868	0.814	0.753	0.702

El factor de confiabilidad escogido,  $Kc = 0.814$

TABLA 6. Factores de Temperatura

$Kd =$	- 1.0	para	$T \leq 450^{\circ}C (840^{\circ}F)$
<	1 - $5.8(10)^{-3}$	para	$450^{\circ}C < T \leq 550^{\circ}C$
-	1 - $3.2(10)^{-3}$	para	$840^{\circ}F < T \leq 1020^{\circ}F$

El factor de Temperatura escogido,  $Kd = 1$

TABLA 7. Tabla de factores de efectos diversos, Kf

Resistencia a la tensi <sup>on</sup> $S_u$ , KPsi	Factor Kf
Hasta 200	1.33
250	1.43
300	1.50
350	1.56
400	1.60

Con la resistencia a la tension  $S_u = 120000$  Psi

Se escoge el factor de efectos diversos,  $Kf = 1.33$

TABLA 8. FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA Cm Y Km

Aplicacion	Ambos engranes entre Cojinetes	Un engrane fuera de cojinetes	Ambos fuera cojin.
En la industria, uso general	1.00-1.10	1.10-1.25	1.25-1.40
En automoviles	1.00-1.10	1.10-1.25	
En aeroplanos	1.00-1.25	1.10-1.40	1.25-1.50

El factor de Km o Cm de la tabla escogido = 1.1

TABLA 9. Factor de correccion por sobrecarga, Ko

Características de impulso de la m quina motriz	Características de la carga impulsada		
	Uniforme	Choques moderados	Choques fuertes
Uniforme	1.00	1.25	1.75
Choque ligero	1.25	1.50	2.00
Choque moderado	1.50	1.75	2.25

El factor por sobrecarga, escogido de la tabla, Ko = 1.25

DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL PIÑON (BHN) ES: 500

DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL ENGRANE (BHN) ES: 500

TABLA 10. Factor de modificacion de vida, Cl

Ciclos de vida	Factor de vida CL
----------------	-------------------

10 <sup>4</sup>	1.5
10 <sup>5</sup>	1.3
10 <sup>6</sup>	1.1
10 <sup>8</sup> o m s	1.0

El factor de modificacion de vida, CL = 1.1

TABLA 11. Factores de confiabilidad, CR

Confiabilidad R	Factor de Confiabilidad
Hasta 0.99	0.80
0.99 a 0.999	1.00
0.999 o m s	1.25 o m s

El factor de confiabilidad requerido es, CR = 0.8

TABLA 12. Factor de temperatura, CT

La AGMA no hace recomendación alguna acerca de los valores a usar para el factor de temperatura CT cuando esta sobrepasa los 250°F, excepto en cuanto que implica que probablemente deba usarse un valor de CT > 1.0. Lo anterior depende en alto grado de las limitaciones de temperatura del lubricante que se utilice puesto que los materiales deben soportarlas m s altas.

El factor de temperatura deducido de acuerdo al texto , CT = 1

TABLA 13. Valores de coeficiente elastico, Cp

PIÑON E(Mpsi)	ENGRANE			
	ACERO	HIERRO FUNDIDO	BRONCE DE ALUMINIO	BRONCE DE ESTAÑO
ACERO, E=30	2800	2450	2400	2350
HIERRO FUNDIDO E = 19	2450	2250	2200	2150
BRONCE DE ALUMINIO E = 17.5	2400	2200	2150	2100
BRONCE DE ESTAÑO: E = 16	2350	2150	2100	2050

El factor del coeficiente elastico de la tabla es, Cp = 2800

TABLA 14. Factores Geometricos I para engranes conicos

Numero de Dientes del Piñon	Factor geometrico I								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
15	0.063	0.071	0.0730	0.0750	0.0760	0.0780	0.0820	0.086	0.089
20	0.062	0.073	0.0770	0.0820	0.0830	0.0860	0.0920	0.096	0.100
25	0.230	0.071	0.0785	0.0835	0.0860	0.0920	0.0965	0.120	0.104
30		0.065	0.0765	0.0830	0.0860	0.0940	0.0990	0.105	0.107
35			0.0730	0.0800	0.0865	0.0930	0.1000	0.104	0.107
40			0.0700	0.0770	0.0850	0.0930	0.0995	0.105	0.108
45				0.0750	0.0830	0.0925	0.0980	0.105	0.107
50				0.0730	0.0830	0.0900	0.0965	0.104	0.106

De la Tabla 14 con: numero de dientes del piñon = 25  
numero de dientes de la rueda = 50

El valor de I encontrado es: = 0.0835

## FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad por flexion en los dientes:  $N_f = 5.210$

El factor de seguridad por flexion  $= 5.210 > 1$

Buen diseño, con los datos entregados al programa

## FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad por Durabilidad en la superficie:  $N_f = 6.747$

El factor de seguridad por flexion  $= 6.747 > 1$

Buen diseño, con los datos entregados al programa



DIAMETRO MEDIO DE PASO DEL PIÑON, $d_{mp}$	=	4.0139 pg.
DIAMETRO MEDIO DE PASO DE LA RUEDA, $d_{mr}$	=	11.3820 pg.
ADENDO, $a$	=	0.1637 pg.
VELOCIDAD EN LA LINEA DE PASO, $V$	=	630.51 pm.
CARGA TRANSMITIDA, $W_t$	=	523.39 lbs.
CARGA RADIAL, $W_r$	=	170.39 lbs.
CARGA AXIAL, $W_a$	=	85.19 lbs.
ESFUERZO EN EL DIENTE, $ESF$	=	5851.04 Psi
LIMITE DE FATIGA, $Se$	=	41913.63 Psi

FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO:	$Ng$	=	7.16
FACTOR DE SEGURIDAD:	$FS$	=	5.21
POR RESISTENCIA EN LA SUPERFICIE DE LOS DIENTES			
PASO CIRCULAR NORMAL, $p_{cn}$	=	0.7854 pg	
RESISTENCIA DE FATIGA AL CONTACTO, $Sc$	=	190000.00 Psi	
RESISTENCIA HERTZIANA, $SH$	=	261250.00 Psi	
FACTOR GEOMETRICO, $I$	=	0.0835	
CARGA TRANSMITIDA PERMISIBLE, $W_{t,p}$	=	4855.857 lb	
FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO, $Ng$	=	9.28	
FACTOR DE SEGURIDAD:	$FS$	=	6.75
CONTINUA CALCULANDO ENGRANAJES CONICOS? (S/N)? N			

# MUESTRA DE RESULTADOS FINALES CON EL DISEÑO OPTIMO

ANGULO DE PASO DEL PIÑON	APP =	63.43x
ANGULO DE PASO DE LA RUEDA	APR =	26.5651x
ALTURA DE TRABAJO	hK =	0.5000 pg.
HOLGURA	h =	0.0490 pg.
RELACION DE VELOCIDAD O TRANSMISION, i =		2
VELOCIDAD ANGULAR DE LA RUEDA (RPM) =		300.00 RPM
NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA	Zr =	50 Dtes
NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	Zp =	25 Dtes

ANCHO DE CARA	F =	2.5000 pg.
VELOCIDAD ANGULAR DEL PIÑON (RPM) =		600 RPM
PASO NORMAL	Pn =	4 pg.
ANGULO DE PRESTON NORMAL, mn =		20.0x
FACTOR GEOMETRICO "J"	J =	0.2150
FACTOR GEOMETRICO "I"	I =	0.0835
FACTOR DE VELOCIDAD,	Kv =	0.6657
DIAMETRO DE PASO DEL PIÑON, dp =		6.2500 pg.
DIAMETRO DE PASO DE LA RUEDA, dr =		12.5000 pg.

## PROBLEMA EJEMPLO PARA ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES

Se desea diseñar un par de engranajes cónicos espirales en el cual las revoluciones de entrada son de 600 rpm, la potencia transmitida es de 10 HP con un numero de dientes en el piñón de 25, la relación de transmisión requerida es de 2.

NOTA: El diseño es óptimo cuando el factor de seguridad sobrepasa un valor conservativo de 4.

Los engranajes se destinan para uso industrial general y es muy probable que se empleen en aplicaciones donde ambos estén montados fuera de borda.

## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar: .2

TABLA 1. PASOS DIAMETRALES

	DTE/PULG.
Paso burdo	2, 2 1/4, 2 1/2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16
Paso fino	20, 24, 32, 40, 48, 64, 80, 96, 120, 150, 200

El valor del Paso diametral escogido inicialmente es: 4

El angulo de presion normal es 20° -> estandar, esto aumenta la  
La razon de contacto, evita el rebaje e incrementa la resistencia  
del piston, ahora el valor del angulo de presion es: 20

Numero de dientes del piñon:

valores minimos (13, 14, 15, 16)

$Z_p = 25$

Para el diseño que rpm se requiere en el piñon: 600

Que relacion de transmision ,i, se requiere: 2

Las rpm de la rueda resultan de:  $n_r = n_p/i$

$n_r = 600/2.000$

$n_r = 300 \text{ rpm}$

La potencia que se desea transmitir en HP es: 10

Se desea 1) espiral a la derecha con rotacion en el sentido del reloj o espiral izquierda con rotacion en sentido contrario a las manecillas del reloj. o 2) espiral a la izquierda con rotacion en el sentido del reloj o espiral derecha con rotacion en sentido contrario a la del reloj (1) o (2): 1

El angulo de la espira = (recomendado  $35^\circ$ ) =  $35^\circ$

Ahora se escoge uno de los siguientes procesos de elaboracion, requerido para este diseño:

1. Engranajes cortados o fresados, formados sin mucha exactitud.
2. Engranajes rectos cuyos dientes sean acabados por sinfin o alisado.
3. Dientes de alta precision alisados o esmerilados

Para el diseño el numeral que corresponde es el 2

TABLA 2. Factores Geometricos J

Dientes	Factor geometrico J								
	Dientes para el que se desea el factor								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
12		0.200	0.222	0.259	0.280	0.299	0.308	0.317	0.322
15	0.170	0.208	0.234	0.264	0.290	0.307	0.317	0.324	0.354
20	0.188	0.220	0.249	0.280	0.300	0.315	0.328	0.338	0.343
25	0.207	0.232	0.260	0.290	0.308	0.320	0.332	0.344	0.330
30	0.222	0.242	0.274	0.300	0.314	0.328	0.340	0.343	0.350
40	0.244	0.275	0.297	0.311	0.328	0.340	0.350	0.360	0.366
50	0.280	0.300	0.311	0.321	0.335	0.347	0.360	0.367	0.372
60	0.300	0.315	0.325	0.335					
80	0.327	0.342	0.352	0.359					
100	0.343	0.360	0.368	0.375					

De la Tabla 2 con: numero de dientes del piñon = 25  
 numero de dientes de la rueda = 50

El valor de J encontrado es: = 0.29

La resistencia a la tension Sut, del piñon en Psi es: 120000

TABLA 3. Factor de acabado de superficie, Ka

Su (KPsi)	60	70	80	90	100	110	120	130
Ka	0,84	0,8	0,78	0,76	0,75	0,735	0,725	0,70
Su (KPsi)	140	150	160	170	180	190	200	210
Ka	0,68	0,675	0,66	0,65	0,64	0,635	0,625	0,62
Su (KPsi)	220	230	240					
Ka	0,615	0,61	0,61					

El Factor de superficie Ka, con Sut=120000 es: 0.725

TABLA 4. Factores de confiabilidad

Confiabilidad R	0.50	0.90	0.95	0.99	0.999	0.9999
Factor Kc	1.000	0.897	0.868	0.814	0.753	0.702

El factor de confiabilidad escogido,  $K_c = 0.814$

TABLA 5. Factores de Temperatura

$K_d = 1.0$	para	$T \leq 450^{\circ}\text{C} (840^{\circ}\text{F})$
$K_d = 1 - 5.8(10)^{-3}$	para	$450^{\circ}\text{C} < T \leq 550^{\circ}\text{C}$
$K_d = 1 - 3.2(10)^{-3}$	para	$840^{\circ}\text{F} < T \leq 1020^{\circ}\text{F}$

El factor de Temperatura escogido,  $K_d = 1$

TABLA 6. FACTORES DE DISTRIBUCION DE CARGA Cm Y Km

Aplicacion	Ambos engranes entre Cojinetes	Un engrane fuera de cojinetes	Ambos fuera cojin.
En la industria, uso general	1.00-1.10	1.10-1.25	1.25-1.40
En automoviles	1.00-1.10	1.10-1.25	
En aeroplanos	1.00-1.25	1.10-1.40	1.25-1.50

El factor de Km o Cm de la tabla escogido = 1.1

TABLA 7. Factor de correccion por sobrecarga, Ko

Características de impulso de la m quina motriz	Características de la carga impulsada		
	Uniforme	Choques moderados	Choques fuertes
Uniforme	1.00	1.25	1.75
Choque ligero	1.25	1.50	2.00
Choque moderado	1.50	1.75	2.25

El factor por sobrecarga, escogido de la tabla, Ko = 1.25

DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL PIÑON (BHN) ES: 500

DUREZA BRINELL DEL MATERIAL DEL ENGRANE (BHN) ES: 500

TABLA 8. Factor de modificacion de vida, Cl

Ciclos de vida	Factor de vida CL
$10^4$	1.5
$10^5$	1.3
$10^6$	1.1
$10^8$ o m s	1.0

El factor de modificacion de vida, CL = 1.1



TABLA 9. Factores de confiabilidad, CR

Confiabilidad R	Factor de Confiabilidad
Hasta 0.99	0.80
0.99 a 0.999	1.00
0.999 o m s	1.25 o m s

El factor de confiabilidad requerido es, CR = 0.8

TABLA 10. Factor de temperatura, CT

La AGMA no hace recomendación alguna acerca de los valores a usar para el factor de temperatura CT cuando sta sobrepasa los 250°F, excepto en cuanto que implica que probablemente deba usarse un valor de CT > 1.0. Lo anterior depende en alto grado de las limitaciones de temperatura del lubricante que se utilice puesto que los materiales deben soportarlas m s altas.

El factor de temperatura deducido de acuerdo al texto , CT = 1

TABLA 11. Valores de coeficiente elastico, Cp

PIÑON E (Mpsi)	ENGRANE			
	ACERO	HIERRO FUNDIDO	BRONCE DE ALUMINIO	BRONCE DE ESTAÑO
ACERO, E=30	2800	2450	2400	2350
HIERRO FUNDIDO E = 19	2450	2250	2200	2150
BRONCE DE ALUMINIO E = 17.5	2400	2200	2150	2100
BRONCE DE ESTAÑO: E = 16	2350	2150	2100	2050

El factor del coeficiente elastico de la tabla es, Cp = 2800

TABLA 12. Factores Geometricos I para engranes conicos

Numero de Dientes del Piñon	Factor geometrico I Dientes de la Rueda								
	15	20	25	30	40	50	60	80	100
15	0.064	0.074	0.0860	0.0960	0.1100	0.1310	0.1440	0.161	0.176
20		0.070	0.0770	0.0860	0.1020	0.1220	0.1350	0.152	0.167
25			0.0700	0.0800	0.0970	0.1160	0.1170	0.146	0.160
30				0.0740	0.0920	0.1010	0.1200	0.140	0.154
35					0.0900	0.1060	0.1170	0.132	0.150
40					0.0870	0.1020	0.1120	0.132	0.147
45						0.0975	0.1100	0.130	0.144
50						0.0940	0.1075	0.126	0.142

De la Tabla 14 con: numero de dientes del piñon = 25  
numero de dientes de la rueda = 50

El valor de I encontrado es: = 0.116

## FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad por flexion en los dientes:  $N_f = 7.027$

El factor de seguridad por flexion  $= 7.027 > 1$

Buen dise#o, con los datos entregados al programa

## FACTOR DE SEGURIDAD

Factor de seguridad por Durabilidad en la superficie:  $N_f = 9.374$

El factor de seguridad por flexion  $= 9.374 > 1$

Buen dise#o, con los datos entregados al programa

# MUESTRA DE RESULTADOS FINALES CON EL DISEÑO OPTIMO

ANGULO DE PASO DEL PIÑON	APP =	63.43°
ANGULO DE PASO DE LA RUEDA	APR =	26.5651°
ALTURA DE TRABAJO	hK =	0.4250 pg.
HOLGURA	h =	0.0470 pg.
RELACION DE VELOCIDAD O TRANSMISION, i =		2
VELOCIDAD ANGULAR DE LA RUEDA (RPM) =		300.00 RPM
NUMERO DE DIENTES DE LA RUEDA	Zr =	50 Dtes
NUMERO DE DIENTES DEL PIÑON	Zp =	25 Dtes
ANCHO DE CARA	F =	2.5000 pg.
VELOCIDAD ANGULAR DEL PIÑON (RPM) =		600 RPM
PASO NORMAL	Pn =	4 pg.
ANGULO DE PRESION NORMAL, mn =		20.0°
FACTOR GEOMETRICO "J"	J =	0.2900
FACTOR GEOMETRICO "I"	I =	0.1160
FACTOR DE VELOCIDAD,	Kv =	0.6657
DIAMETRO DE PASO DEL PIÑON, dp =		6.2500 pg.
DIAMETRO DE PASO DE LA RUEDA, dr =		12.5000 pg.

DIAMETRO MEDIO DE PASO DEL PIÑON, $d_{mp}$	=	4.0139 pg.
DIAMETRO MEDIO DE PASO DE LA RUEDA, $d_{mr}$	=	11.3820 pg.
ADENDO, $a$	=	0.1637 pg.
VELOCIDAD EN LA LINEA DE PASO, $V$	=	630.51 pm.
CARGA TRANSMITIDA, $W_t$	=	523.39 lbs.
CARGA RADIAL, $W_r$	=	431.79 lbs.
CARGA AXIAL, $W_a$	=	44.11 lbs.
ESFUERZO EN EL DIENTE, $ESF$	=	4337.84 Psi
LIMITE DE FATIGA, $Se$	=	41913.63 Psi

FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO:	$Ng$	=	9.66
FACTOR DE SEGURIDAD:	$FS$	=	7.03
POR RESISTENCIA EN LA SUPERFICIE DE LOS DIENTES			
PASO CIRCULAR NORMAL, $p_{cn}$	=	0.7854 pg	
RESISTENCIA DE FATIGA AL CONTACTO, $Sc$	=	190000.00 Psi	
RESISTENCIA HERTZIANA, $SH$	=	261250.00 Psi	
FACTOR GEOMETRICO, $I$	=	0.1160	
CARGA TRANSMITIDA PERMISIBLE, $WL_p$	=	6745.861 lb	
FACTOR DE SEGURIDAD ORDINARIO, $Ng$	=	12.89	
FACTOR DE SEGURIDAD:	$FS$	=	9.37
CONTINUAR CALCULANDO ENGRANAJES CONICOS? (S/N)? N			

PROBLEMA EJEMPLO PARA TORNILLOS DE SUJECION,

Item 1: Carga axial, sin tensado previo.

Se desea calcular un tornillo que sostiene un gancho de grúa, y el cual soporta una carga neta axial con un valor de  $P = 200$  lbf. Se requiere que el factor de seguridad obtenga un valor mayor a 1.

## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar: 3

Elaborado por: Victor Manuel Libreros y William Muñoz

### TORNILLOS DE SUJECION

Los elementos roscados se utilizan principalmente para: unir piezas, conformar juntas, transmitir movimiento, transmitir potencia y para dar ajuste como un medio de obtener mediciones precisas como en los tornillos micrometricos.

Los tornillos de sujecion se caracterizan por proporcionar uniones de alta seguridad, facilidad de montaje y desmontaje de la junta, gama muy amplia de dimensiones adaptables a distintas aplicaciones y bajo costo, debido a la estandarizacion y a los procesos tecnologicos de alta productividad.

Por lo anterior, tales elementos son de gran aplicacion en la construccion de maquinaria.

Para empezar a diseñar tornillos se tiene que analizar a que tipo de carga esta sometido el tornillo, las siguientes son los tipos de carga a que puede estar sometido el tornillo:

1. Carga Axial, sin tensado previo.  
La construccion trabaja simetricamente y la carga que resiste el tornillo se puede considerar aplicada a lo largo del eje
2. Uniones que se montan con tensado previo.  
Comprende la mayoria de las uniones en grupo que se utilizan en la construccion de maquinaria para sujetar tapas, bielas, acoples, entre otras.
3. Uniones con tensado previo y carga de servicio, Carga estatica:  
Si ademas de la precarga debido al tensado previo el tornillo es sometido a una carga axial,  $F_d$ , la union se comporta como un todo en el dominio elastico
4. Tornillos sometidos a carga de Fatiga
5. Tornillos sometidos a carga transversal

La carga sobre el tornillo a analizar corresponde al numeral = 1

La carga axial a que esta sometido el tornillo es: (lb)  $F = 200$

TABLA 1. Factores de servicio,  $F_s$

Tipo de Carga	Factor de servicio	Tipo de Trabajo
sin choque o choques livianos	1.00 a 1.25	Liviano o Ligero
Con choques medianos moderados	1.25 a 1.50	Mediano o moderado
Choques fuertes	1.50 a 2.00	Pesados

El factor de servicio seleccionado es:  $F_s = 1.25$



TABLA 2. Factores de Seguridad, N

MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA	FS
Materiales bien conocidos usados en condiciones controladas y sometidos a cargas y esfuerzos obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es una condicion importante	1.25 a 1.5
Materiales bien conocidos usados en condiciones ambientales razonablemente constantes, sometidos a cargas y esfuerzos determinados facilmente.	1.4 a 2.0
Materiales no conocidos o no utilizados previamente, usados en condiciones promedio de carga esfuerzos y ambiente.	3.0 a 4.0
Materiales mejor conocidos, usados en condiciones inciertas de carga, esfuerzo y ambiente.	3.0 a 4.0

El factor de seguridad seleccionado es: FS = 1.25

TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero

GRADO	INTERVALO DE TAMAÑOS	MATERIAL
Num	Inclusive pulg.	
1) SAE 1	1/4- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
2) SAE 2	1/4- 3/4	Acero de mediano o bajo carbono
3)	7/8- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
4) SAE 4	1/4- 1 1/2	Acero de mediano carbono estirado en frio
5) SAE 5	1/4- 1	Acero de mediano carbono temp. y reven.
6)	1/8- 1 1/2	Acero de mediano carbono temp. y reven.
7) SAE 5.2	1/4- 1	Acero martensitico de bajo carbono
8) SAE 7	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
9) SAE 8	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
10) SAE 8.2	1/4 -1	Acero martensitico de bajo carbono
11) ASTM A354	1/4 - 4	Acero de aleacion Templ. y Revenido
12) ASTM A449	3/4 - 3	Acero de mediano carbono Templ. y Reven.
13) ASTM A490	1/2 - 1 1/2	Acero de aleacion templado y revenido

El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: 5

Para el GRADO 5 se tiene las siguientes propiedades:

Sp (Resistencia minima la tension o de prueba):  $Sp = 85000 \text{ Psi}$

Su (Resistencia ultima a la tension):  $Su = 120000 \text{ Psi}$

Sy (Resistencia de fluencia a la tension):  $Sy = 92000 \text{ Psi}$

La carga de dise#o es:  $Fd = F*Fs$

$$Fd = 200.0 * 1.25$$

$$Fd = 250.0 \text{ lbs}$$

El Area requerida (Area del diametro menor del tornillo)

$$Ar = (N * Fd)/Sp$$

$$Ar = (1.250*250.0)/ 85000$$

$$Ar = 0.0037 \text{ pulg}^2$$

Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : 1

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 3

cuyas caracteristicas de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.021 \text{ pulg.}$

Diametro mayor nominal  $d = 0.0990 \text{ pulg.}$

Diametro menor  $dr = 0.0719 \text{ pulg.}$

Diametro de paso  $dm = 0.0855 \text{ pulg.}$

Numero de hilos por pulgada,  $n = 48 \text{ hilos/pg.}$

Area de esfuerzo de tension,  $At = 0.00487 \text{ pg}^2$

Area del diametro menor,  $Ar = 0.00406 \text{ pg}^2$

DESIGNACION: 3 - 48 UNC - GRADO 5

El factor de seguridad es,  $N = 1.4$

Ouiere seguir Calculando tornillos de sujecion (S/II): N

PROBLEMA EJEMPLO PARA TORNILLOS DE SUJECION,

Item 2: Uniones con tensado previo

Diseñar y calcular los tornillos de una tapa base de un compresor cuya fuerza de aprieta requerida es de 1000 lbf. El factor de seguridad para una vida útil aceptable debe ser mayor a 1.

Para empezar a diseñar tornillos se tiene que analizar a que tipo de carga está sometido el tornillo, las siguientes son los tipos de carga a que puede estar sometido el tornillo:

1. Carga Axial, sin tensado previo.  
La construcción trabaja simétricamente y la carga que resiste el tornillo se puede considerar aplicada a lo largo del eje
2. Uniones que se montan con tensado previo.  
Comprende la mayoría de las uniones en grupo que se utilizan en la construcción de maquinaria para sujetar tapas, bielas, acoples, entre otras.
3. Uniones con tensado previo y carga de servicio, Carga estática:  
Si además de la precarga debido al tensado previo el tornillo es sometido a una carga axial,  $F_d$ , la unión se comporta como un todo en el dominio elástico
4. Tornillos sometidos a carga de Fatiga
5. Tornillos sometidos a carga transversal

La carga sobre el tornillo a analizar corresponde al numeral = 2

TABLA 2. Factores de Seguridad, N

MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA	N
Materiales bien conocidos usados en condiciones controladas y sometidos a cargas y esfuerzos obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es una condición importante	1.25 a 1.5
Materiales bien conocidos usados en condiciones ambientales razonablemente constantes, sometidos a cargas y esfuerzos determinados fácilmente.	1.4 a 2.0
Materiales no conocidos o no utilizados previamente, usados en condiciones promedio de carga, esfuerzos y ambiente.	3.0 a 4.0
Materiales mejor conocidos, usados en condiciones inciertas de carga, esfuerzo y ambiente.	3.0 a 4.0

El factor de seguridad seleccionado es:  $FS = 1.25$

TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero

GRADO	INTERVALO DE TAMAÑOS	MATERIAL
Num	Inclusive pulg.	
1) SAE 1	1/4- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
2) SAE 2	1/4- 3/4	Acero de mediano o bajo carbono
3)	7/8- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
4) SAE 4	1/4- 1 1/2	Acero de mediano carbono estirado en frio
5) SAE 5	1/4- 1	Acero de mediano carbono temp. y reven.
6) 1	1/8- 1 1/2	Acero de mediano carbono temp. y reven.
7) SAE 5.2	1/4- 1	Acero martensitico de bajo carbono
8) SAE 7	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
9) SAE 8	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
10) SAE 8.2	1/4 -1	Acero martensitico de bajo carbono
11) ASTM A354	1/4 - 4	Acero de aleacion Templ. y Revenido
12) ASTM A449	3/4 - 3	Acero de mediano carbono Templ. y Reven.
13) ASTM A490	1/2 - 1 1/2	Acero de aleacion templado y revenido

El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: 5

La fuerza de apriete sobre el tornillo es, (lb)  $F_i = 1000$

El area del tornillo,  $A_r$ , se calcula:

$$e = F_i / A_r$$

$$e = 1273.2 / d_r$$

$$T = 0.2 * F_i * d_r$$

$$g = 16 * 0.5 * T / c * d_r^3$$

$$T = 0.2 * 1000.0 * d_r$$

$$T = 200.0 * d_r / d_r^3$$

$$g = 509.3/dr$$

$$g = 509.3/dr$$

El esfuerzo equivalente se halla:  $ee = \{(e) + 4g\}$

$$ee = \{(1273.2^2/dr^4 + 4*509.3^2/dr^4)\}$$

$$ee = Sp/N$$

$$\{(1273.2^2/dr^4 + 4*509.3^2/dr^4) = Sp/N$$

Despejando dr, se halla el area  $Ar = c*dr\}/4$

$$Ar = 0.0011 \text{ pulg}^2$$

Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : 1

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 1

Cuyas características de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.016 \text{ pulg.}$

Diametro mayor nominal  $d = 0.0730 \text{ pulg.}$

Diametro menor  $dr = 0.0527 \text{ pulg.}$

Diametro de paso  $dm = 0.0629 \text{ pulg.}$

Numero de hilos por pulgada,  $n = 64 \text{ hilos/pg.}$

Area de esfuerzo de tension,  $At = 0.00263 \text{ pg}^2$

Area del diametro menor,  $Ar = 0.00218 \text{ pg}^2$

DESIGNACION: 1 - 64 UNC - GRADO 5

El factor de seguridad con el area Ar normalizada es:

$$T = 0.2 \cdot F_i \cdot d = 0.2 \cdot 1000.0 \cdot 0.0730$$

$$T = 14.6 \text{ lbrpulg.}$$

$$e = F_i / A_r = 1000.0 / 0.0022$$

$$e = 458715.60 \text{ Psi}$$

$$g = 16 \cdot 0.5 \cdot T / c d r^3 = 8 \cdot 14.6 / (c \cdot 0.0527^3)$$

$$g = 253979.43 \text{ Psi}$$

$$ee = ((e) + 4g) = ((458715.6^2 + 4 \cdot 253979.4^2)$$

$$ee = 684428.38 \text{ Psi}$$

$$N = S_p / ee = 85000 / 684428.38$$

$N = 0.124$  Recalcule con factor de seguridad mayor que el inicial

Quiere seguir Calculando tornillos de sujecion (S/N)? : S

Para empezar a diseñar tornillos se tiene que analizar a que tipo de carga esta sometido el tornillo, las siguientes son los tipos de carga a que puede estar sometido el tornillo:

1. Carga Axial, sin tensado previo.  
La construccion trabaja simetricamente y la carga que resiste el tornillo se puede considerar aplicada a lo largo del eje
2. Uniones que se montan con tensado previo.  
Comprende la mayoria de las uniones en grupo que se utilizan en la construccion de maquinaria para sujetar tapas, bielas, acoples, entre otras.
3. Uniones con tensado previo y carga de servicio, Carga estatica:  
Si ademas de la precarga debido al tensado previo el tornillo es sometido a una carga axial,  $F_d$ , la union se comporta como un todo en el dominio elastico
4. Tornillos sometidos a carga de Fatiga
5. Tornillos sometidos a carga transversal

La carga sobre el tornillo a analizar corresponde al numeral = 3

PROBLEMA EJEMPLO PARA TORNILLOS DE SUJECION,

Item 3: Uniones con tensado previo y carga de servicio, carga estática.

En un cilindro presurizado interiormente por gas, se requiere diseñar los tornillos y el número de tornillos que se necesitan para cerrar el cilindro por medio de una tapa. La fuerza interior en el cilindro es de 1200 lb, el diámetro interior del cilindro es de 4 pulg. El diámetro del círculo de colocación de los tornillos es de 8 pulg. y el diámetro de la tapa es de 10 pulg.



TABLA 1. Factores de servicio, Fs

Tipo de Carga	Factor de servicio	Tipo de Trabajo
Sin choque o choques livianos	1.00 a 1.25	Liviano o Ligero
Con choques medianos moderados	1.25 a 1.50	Mediano o moderado
Choques fuertes	1.50 a 2.00	Pesados

El factor de servicio seleccionado es:  $F_s = 1.1$

TABLA 2. Factores de Seguridad, N

MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA	N
Materiales bien conocidos usados en condiciones controladas y sometidos a cargas y esfuerzos obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es una condicion importante	1.25 a 1.5
Materiales bien conocidos usados en condiciones ambientales razonablemente constantes, sometidos a cargas y esfuerzos determinados facilmente.	1.4 a 2.0
Materiales no conocidos o no utilizados previamente, usados en condiciones promedio de carga esfuerzos y ambiente.	3.0 a 4.0
Materiales mejor conocidos, usados en condiciones inciertas de carga, esfuerzo y ambiente.	3.0 a 4.0

El factor de seguridad seleccionado es:  $F_S = 3$

TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero

GRADO	INTERVALO DE TAMAÑOS Inclusive pulg.	MATERIAL
Num		
1) SAE 1	1/4- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
2) SAE 2	1/4- 3/4	Acero de mediano o bajo carbono
3)	7/8- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
4) SAE 4	1/4- 1 1/2	Acero de mediano carbono estirado en frio
5) SAE 5	1/4- 1	Acero de mediano carbono temp. y reven.
6) 1	1/8- 1 1/2	Acero de mediano carbono temp. y reven.
7) SAE 5.2	1/4- 1	Acero martensitico de bajo carbono
8) SAE 7	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
9) SAE 8	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
10) SAE 8.2	1/4 -1	Acero martensitico de bajo carbono
11) ASTM A354	1/4 - 4	Acero de aleacion Templ. y Revenido
12) ASTM A449	3/4 - 3	Acero de mediano carbono Templ. y Reven.
13) ASTM A490	1/2 - 1 1/2	Acero de aleacion templado y revenido

El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: 5

Para el GRADO 5 se tiene las siguientes propiedades:

Sp (Resistencia minima la tension o de prueba): Sp = 85000 Psi

Su (Resistencia ultima a la tension): Su = 120000 Psi

Sy (Resistencia de fluencia a la tension): Sy = 92000 Psi

1) Se tiene la carga de servicio o 2) se tiene la presion? 1

La carga de servicio es: en lbs F = 1200

El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d = 4

El diametro del circulo de colocacion de los tornillos = 8

El diametro del circulo exterior de la tapa = 10

El espesor de la placa superior es: Lp1 = 2

El espesor de la placa inferior es: Lp2 = 2

TÁBLA 4. Valores recomendados para la fuerza de apriete

Presion de Trabajo	Fi		
	K	x	Fd
< 30 lb/pulg}	(1.0 a 1.25)	x	Fd
50 a 100 lb/pulg}	(1.25 a 1.65)	x	Fd
100 a 600 lb/pulg}	(1.65 a 3.3)	x	Fd
> 600 lb/pulg}	(3.3 a 10.0)	x	Fd

Para una presion de 95 lb/pulg}:

el valor del factor K de la tabla anterior es: 1.65

Suponer inicialmente un valor de Ct:  $0 < Ct < 0.5$ : 0.4

El valor de la fuerza total sobre el tornillo es:

$$F_t = F_i + Ct \cdot F_d$$

$$F_t = 2178.0 + 0.40 \cdot 1320.0$$

$$F_t = 2706.0 \text{ lbs}$$

El  $A_t$  del tornillo se calcula por medio de:

$$A_t = (F_i + Ct \cdot N \cdot F_d) / S_p$$

$$A_t = (2178.0 + 0.40 \cdot 3.00 \cdot 1320.0) / 85000$$

$$A_t = 0.04426 \text{ pulg}^2$$

Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : 1

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 5/16

Cuyas características de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.056$  pulg.

Diametro mayor nominal  $d = 0.3125$  pulg.

Diametro menor  $d_r = 0.2403$  pulg.

Diametro de paso  $d_m = 0.2764$  pulg.

Numero de hilos por pulgada,  $n = 18$  hilos/pg.

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 0.05240$  pg}

Area del diametro menor,  $A_r = 0.04540$  pg}

DESIGNACION: 5/16 - 18 UNC - GRADO 5

El numero de tornillos recomendado es:

$$n_t = c t D_b / (6 * d)$$

$$n_t = 13$$

El  $A_r$  del tornillo se calcula por medio de:

$$A_r = (F_i + C_t * N * F_d) / (n_t * S_p)$$

$$A_r = (2178.0 + 0.40 * 3.00 * 1320.0) / (85000 * 13)$$

$$A_r = 0.00330 \text{ pulg}^2$$

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 2  
Cuyas características de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.018$  pulg.

Diametro mayor nominal  $d = 0.0860$  pulg.

Diametro menor  $d_r = 0.0628$  pulg.

Diametro de paso  $d_m = 0.0744$  pulg.

Numero de hilos por pulgada,  $n = 56$  hilos/pg.

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 0.00370$  pg<sup>2</sup>

Area del diametro menor,  $A_r = 0.00310$  pg<sup>2</sup>

DESIGNACION: 2 - 56 UNC - GRADO 5

Ahora se recalcula el valor de  $C_t$ , con los nuevos valores del diametro hallado

El modulo de elasticidad del material de las placas es:  $10e6$

El tornillo es 1) de seccion constante o 2) Seccion variable 1

$$F_t = F_i + C_t * F_d$$

$$F_t = 2178.0 + 0.42857 * 1320.0$$

$$F_t = 2743.7 \text{ lbs}$$

El numero de tornillos recomendado es:

$$n_t = c * D_b / (6 * d)$$

$$n_t = 49$$

El Ar del tornillo se calcula por medio de:

$$A_r = (F_i + C_t * N * F_d) / (n_t * S_p)$$

$$A_r = (2178.0 + 0.42857 * 3.00 * 1320.0) / (85000 * 49)$$

$$A_r = 0.00094 \text{ pulg}^2$$

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 1

Cuyas características de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.016 \text{ pulg.}$

Diametro mayor nominal  $d = 0.0730 \text{ pulg.}$

Diametro menor  $d_r = 0.0527 \text{ pulg.}$

Diametro de paso  $d_m = 0.0629 \text{ pulg.}$

Numero de hilos por pulgada,  $n = 64 \text{ hilos/pg.}$

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 0.00263 \text{ pg}^2$

Area del diametro menor,  $A_r = 0.00218 \text{ pg}^2$

DESIGNACION: 1 - 64 UNC - GRADO 5

El factor de seguridad con el area Ar normalizada es:

$$T = 0.2 * F_i * d = 0.2 * 2178.0 * 0.0730$$

$$T = 31.8 \text{ lb} * \text{pulg.}$$

$$e = F_i / (A_r * n_t) = 2178.0 / (0.0022 * 49)$$

$$e = 25839.98 \text{ Psi}$$

$$g = 16 * 0.5 * T / (n_t * c_{dr}^3) = 8 * 31.8 / (49 * 0.0527^3)$$

$$g = 11357.07 \text{ Psi}$$

$$ee = \{(e) + 4g\} = \{(25840.0^2 + 4 * 11357.1^2)$$

$$ee = 34404.02 \text{ Psi}$$

$$N = S_p / ee = 85000 / 34404.02$$

$$N = 2.471 \text{ ***** Esta bien dise\$ado *****}$$

Quiere seguir Calculando tornillos de sujecion (S/H)? S

Para empezar a dise\$ar tornillos se tiene que analizar a que tipo de carga esta sometido el tornillo, las siguientes son los tipos de carga a que puede estar sometido el tornillo:

1. Carga Axial, sin tensado previo.  
La construccion trabaja simetricamente y la carga que resiste el tornillo se puede considerar aplicada a lo largo del eje
2. Uniones que se montan con tensado previo.  
Comprende la mayoria de las uniones en grupo que se utilizan en la construccion de maquinaria para sujetar tapas, bielas, acoples, entre otras.
3. Uniones con tensado previo y carga de servicio, Carga estatica:  
Si ademas de la precarga debido al tensado previo el tornillo es sometido a una carga axial,  $F_d$ , la union se comporta como un todo en el dominio elastico
4. Tornillos sometidos a carga de Fatiga
5. Tornillos sometidos a carga transversal

La carga sobre el tornillo a analizar corresponde al numeral = 4

PROBLEMA EJEMPLO PARA TORNILLOS DE SUJECION,

Item 4: Tornillos sometidos a cargas de fatiga.

En un cilindro presurizado se requiere diseñar los tornillos y el número de tornillos que se necesitan para cerrar el cilindro a presión interior por un gas con una tapa. La fuerza máxima que se presenta en el interior del cilindro es de 1000 lb, y la mínima es de 200 lb, el diámetro interior del cilindro es de 4 pulg. El diámetro del círculo de colocación de los tornillos es de 8 pulg. y el diámetro de la tapa es de 10 pulg. El espesor de las placas es de 2 pulg cada una.



TABLA 1. Factores de servicio, Fs

Tipo de Carga	Factor de servicio	tipo de Trabajo
Sin choque o choques livianos	1.00 a 1.25	Liviano o Ligero
Con choques medianos moderados	1.25 a 1.50	Mediano o moderado
Choques fuertes	1.50 a 2.00	Pesados

El factor de servicio seleccionado es: Fs = 1.25

TABLA 2. Factores de Seguridad, N

MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA	N
Materiales bien conocidos usados en condiciones controladas y sometidos a cargas y esfuerzos obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es una condicion importante	1.25 a 1.5
Materiales bien conocidos usados en condiciones ambientales razonablemente constantes, sometidos a cargas y esfuerzos determinados facilmente.	1.4 a 2.0
Materiales no conocidos o no utilizados previamente, usados en condiciones promedio de carga esfuerzos y ambiente.	3.0 a 4.0
Materiales mejor conocidos, usados en condiciones inciertas de carga, esfuerzo y ambiente.	3.0 a 4.0

El factor de seguridad seleccionado es: FS = 3.5

TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero

GRADO	INTERVALO DE TAMAZOS Inclusive pulg.	MATERIAL
Num		
1) SAE 1	1/4- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
2) SAE 2	1/4- 3/4	Acero de mediano o bajo carbono
3)	7/8- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
4) SAE 4	1/4- 1 1/2	Acero de mediano carbono estirado en frio
5) SAE 5	1/4- 1	Acero de mediano carbono temp. y reven.
6) 1	1/8- 1 1/2	Acero de mediano carbono temp. y reven.
7) SAE 5.2	1/4- 1	Acero martensitico de bajo carbono
8) SAE 7	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
9) SAE 8	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
10) SAE 8.2	1/4 -1	Acero martensitico de bajo carbono
11) ASTM A354	1/4 - 4	Acero de aleacion Templ. y Revenido
12) ASTM A449	3/4 - 3	Acero de mediano carbono Templ. y Reven.
13) ASTM A490	1/2 - 1 1/2	Acero de aleacion templado y revenido

El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: 5

Para el GRADO 5 se tiene las siguientes propiedades:

Sp (Resistencia minima la tension o de prueba): Sp = 85000 Psi

Su (Resistencia ultima a la tension): Su = 120000 Psi

Sy (Resistencia de fluencia a la tension): Sy = 92000 Psi

1) Se tiene la carga de servicio o 2) se tiene la presion: 1

La carga de servicio maxima es: en lbs F = 1000

La carga de servicio minima es: en lbs F = 200

El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d = 4

El diametro del circulo de colocacion de los tornillos (pg) = 8

El diametro del circulo exterior de la tapa (pg) = 10

El espesor de la placa superior es: (pg) Lp1 = 2

El espesor de la placa inferior es: (pg) Lp2 = 2

TABLA 4. Valores recomendados para la fuerza de apriete

Presion de Trabajo	K	Fi	
		x	Fd
< 30 lb/pulg}	(1.0 a 1.25)	x	Fd
50 a 100 lb/pulg}	(1.25 a 1.65)	x	Fd
100 a 600 lb/pulg}	(1.65 a 3.3)	x	Fd
> 600 lb/pulg}	(3.3 a 10.0)	x	Fd

Para una presion de 80 lb/pulg}:

el valor del factor K de la tabla anterior es: 1.65

Suponer inicialmente un valor de  $C_t$ :  $0 < C_t < 0.5$ : 0.45

El valor de la fuerza alterna es:

$$F_a = (F_{\max} - F_{\min})/2$$

$$F_a = (1000.0 - 200.0)/2$$

$$F_a = 400.0 \text{ lbs}$$

El valor de la fuerza media es:

$$F_m = (F_{\max} + F_{\min})/2$$

$$F_m = (1000.0 + 200.0)/2$$

$$F_m = 600.0 \text{ lbs}$$

El valor de la fuerza media total es:

$$F_{bm} = F_i + C_t \cdot F_m$$

$$F_{bm} = 2062.5 + 0.450 \cdot 600.0$$

$$F_{bm} = 2332.5 \text{ lbs}$$

El valor de la fuerza alterna total es:

$$F_{bm} = F_i + C_t \cdot F_a$$

$$F_{bm} = 2062.5 + 0.450 \cdot 400.0$$

$$F_{bm} = 2242.5 \text{ lbs}$$

El valor del limite de fatiga es:  $S_e = 0,5 * S_u * K_a * K_s$

$S_e = 33211.2 \text{ Psi}$

El valor de  $K_f$ , concentrador de esfuerzo es:  $K_f = 3.5$

El  $A_r$  del tornillo se calcula por medio de:

$A_r = (S_p * f_b a * K_f + f_b m * S_e) * N / (S_p + S_e)$

$A_r = 0.92319 \text{ pulg}^2$

Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : 1

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 1 1/4

Cuya características de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.143 \text{ pulg.}$

Diametro mayor nominal  $d = 1.2500 \text{ pulg.}$

Diametro menor  $d_r = 1.0644 \text{ pulg.}$

Diametro de paso  $d_m = 1.1572 \text{ pulg.}$

Numero de hilos por pulgada,  $n = 7 \text{ hilos/pg.}$

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 0.96900 \text{ pg}^2$

Area del diametro menor,  $A_r = 0.89000 \text{ pg}^2$

DESIGNACION: 1 1/4 - 7 UNC - GRADO 5

El numero de tornillos recomendado es:

$$n_t = c \cdot D_b / (6 \cdot d)$$

$$n_t = 3$$

El Ar del tornillo se calcula por medio de:

$$A_r = (S_p \cdot f_b a \cdot K_f + f_b m \cdot S_e) \cdot N / (S_p \cdot S_e \cdot n_t)$$

$$A_r = 0.27550 \text{ pulg}^2$$

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 3/4

Cuyas características de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.100$  pulg.

Diametro mayor nominal  $d = 0.7500$  pulg.

Diametro menor  $d_r = 0.6201$  pulg.

Diametro de paso  $d_m = 0.6850$  pulg.

Numero de hilos por pulgada,  $n = 10$  hilos/pgl.

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 0.33400$  pg<sup>2</sup>

Area del diametro menor,  $A_r = 0.30200$  pg<sup>2</sup>

DESIGNACION: 3/4 - 10 UNC - GRADO 5

Ahora se recalcula el valor de  $C_t$ , con los nuevos valores del diametro hallado

El modulo de elasticidad del material de las placas es:  $10e6$

El tornillo es 1) de seccion constante o 2) Seccion variable 2

TABLA 6. Dimensiones de pernos de cabeza cuadrada y Hexagonal

Tamaño nominal pulg.	TIPO DE CABEZA							
	Cuadrada		Hexagonal		Regular	Hexagonal		Pesada
	S Pg.	h Pg.	S Pg.	h Pg.	Rmin Pg.	S Pg.	h Pg.	Rmin Pg.
1/4	3/8	11/29	7/16	11/64	0.01			
5/16	1/2	13/64	1/2	7/32	0.01			
3/8	9/16	1/4	9/16	1/4	0.01			
7/16	5/8	19/64	5/8	19/64	0.01			
1/2	3/4	21/64	3/4	11/32	0.01	7/8	11/32	0.01
5/8	15/16	27/64	15/16	27/64	0.02	1 1/16	27/64	0.02
3/4	1 1/8	1/2	1 1/8	1/2	0.02	1 1/4	1/2	0.02
1	1 1/2	21/32	1 1/2	43/64	0.03	1 5/8	43/64	0.03
1 1/4	1 7/8	27/32	1 7/8	27/32	0.03	2	27/32	0.03
1 1/2	2 1/4	1	2 1/4	1	0.03	2 3/8	1	0.03

Si no aparece el tamaño nominal en la tabla d = 3/4 oprima 1

De lo contrario oprima el numero 2 = 2

Con tamaño nominal d = 3/4 dar el valor de h = 0.5

y dar el valor de S = 1.125

TABLA 7. Dimensiones de pernos de cabeza cuadrada y Hexagonal

Tamaño nominal pulg.	Ancho S(pulg.)	ALTURA H (pulg.)		
		Hexagonal Regular	Gruesa o Ranurada	Contratuerca
1/4	7/16	7/32	9/32	5/32
5/16	1/2	17/64	21/64	3/16
3/8	9/16	21/64	13/32	7/32
7/16	11/16	3/8	29/64	1/4
1/2	3/4	7/16	9/16	5/16
5/8	15/16	35/64	23/32	3/8
3/4	1 1/8	41/64	13/16	27/64
7/8	1 5/16	3/4	23/32	31/64
1	1 1/2	55/64	1	35/64
1 1/4	1 7/8	1 1/16	1 1/4	23/32
1 1/2	2 1/4	1 9/32	1 1/2	27/32

Si no aparece el tamaño nominal en la tabla d = 3/4 oprima 1  
 De lo contrario oprima el numero 2 = 2  
 Con tamaño nominal d = 3/4 dar el valor de H = 0.64  
 y dar el valor de S = 1.125

Con el nuevo valor de Ct, recalculado = 0.64025

El valor de Fi apropiado es:

$$F_i = A_t \cdot S_p - ((N \cdot C_t \cdot F_{\max}) / (2 \cdot n_t)) \cdot ((S_u / S_e) + 1)$$

$$F_i = 26847.5 \text{ lbs}$$

El valor de la fuerza media total es:

$$F_{bm} = F_i + C_t \cdot F_m$$

$$F_{bm} = 26847.5 + 0.640 \cdot 600.0$$

$$F_{bm} = 27231.7 \text{ lbs}$$

El valor de la fuerza alterna total es:

$$F_{bm} = F_i + C_t \cdot F_a$$

$$F_{bm} = 26847.5 + 0.640 \cdot 400.0$$

$$F_{bm} = 27103.6 \text{ lbs}$$

El valor del limite de fatiga es:  $S_e = 0,5 * S_u * K_a * K_s$

$S_e = 33211.2 \text{ Psi}$

El valor de  $K_f$ , concentrador de esfuerzo es:  $K_f = 3.5$

El  $A_r$  del tornillo se calcula por medio de:

$A_r = (S_p * f_b * K_f + f_b m * S_e) * N / (S_p * S_e * n_t)$

$A_r = 1.99076 \text{ pulg}^2$

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 1 1/2

cuyas características de roscas son:

Rosca, UNC

El paso es,  $P = 0.167 \text{ pulg.}$

Diametro mayor nominal  $d = 1.5000 \text{ pulg.}$

Diametro menor  $d_r = 1.2835 \text{ pulg.}$

Diametro de paso  $d_m = 1.3917 \text{ pulg.}$

Numero de hilos por pulgada,  $n = 6 \text{ hilos/pg.}$

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 1.40500 \text{ pg}^2$

Area del diametro menor,  $A_r = 1.29400 \text{ pg}^2$

DESIGNACION: 1 1/2 - 6 UNC - GRADO 5



El factor de seguridad con el area Ar normalizada es:

$$1/N = ea/Se + em/Sp$$

El esfuerzo alterno es:  $ea = Fba/(Ar*nt)$

$$ea = 27103.6/(1.2940*5.6)$$

$$ea = 3750.3 \text{ Psi}$$

El esfuerzo medio es:  $em = Fbm/(Ar*nt)$

$$em = 27231.7/(1.2940*5.6)$$

$$em = 3768.0 \text{ Psi}$$

$$N = Se*Sp/(ea*Sp + em*Se)$$

$$N = 6.359 \text{ ***** Esta bien dise\$ado *****}$$

OPRIMIR LA LETRA X PARA IR AL MENU

Para empezar a dise\\$ar tornillos se tiene que analizar a que tipo de carga esta sometido el tornillo, las siguientes son los tipos de carga a que puede estar sometido el tornillo.

1. Carga Axial, sin tensado previo.  
La construcci"n trabaja simtricamente y la carga que resiste el tornillo se puede considerar aplicada a lo largo del eje
2. Uniones que se montan con tensado previo.  
Comprende la mayorfa de las uniones en grupo que se utilizan en la construcci"n de maquinaria para sujetar tapas, bielas, acoples, entre otras.
3. Uniones con tensado previo y carga de servicio, Carga est tica:  
Si ademas de la precarga debido al tensado previo el tornillo es sometido a una carga axial,  $F_d$ , la union se comporta como un todo en el dominio el stico
4. Tornillos sometidos a carga de Fatiga
5. Tornillos sometidos a carga transversal

La carga sobre el tornillo es el numeral 5

PROBLEMA EJEMPLO PARA TORNILLOS DE SUJECION,

Item 5: Tornillos sometidos a cargas transversales.

Un tornillo une dos placas de acero, la carga aplicada transversal es de 500 lb, diseñe el tornillo.

TABLA 1. Factores de servicio, Fs

Tipo de Carga	Factor de servicio	Tipo de Trabajo
Sin choque o choques livianos	1.00 a 1.25	Liviano o Ligero
Con choques medianos moderados	1.25 a 1.50	Mediano o moderado
Choques fuertes	1.50 a 2.00	Pesados

El factor de servicio seleccionado es: Fs = 1.3

TABLA 2. Factores de Seguridad, N

MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA	N
Materiales bien conocidos usados en condiciones controladas y sometidos a cargas y esfuerzos obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es una condicion importante	1.25 a 1.5
Materiales bien conocidos usados en condiciones ambientales razonablemente constantes, sometidos a cargas y esfuerzos determinados facilmente.	1.4 a 2.0
Materiales no conocidos o no utilizados previamente, usados en condiciones promedio de carga esfuerzos y ambiente.	3.0 a 4.0
Materiales mejor conocidos, usados en condiciones inciertas de carga, esfuerzo y ambiente.	3.0 a 4.0

El factor de seguridad seleccionado es: FS = 3.5

TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero

GRADO	INTERVALO DE TAMAZOS Inclusive pulg.	MATERIAL
Num		
1) SAE 1	1/4- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
2) SAE 2	1/4- 3/4	Acero de mediano o bajo carbono
3)	7/8- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
4) SAE 4	1/4- 1 1/2	Acero de mediano carbono estirado en frio
5) SAE 5	1/4- 1	Acero de mediano carbono temp. y reven.
6) 1	1/8- 1 1/2	Acero de mediano carbono temp. y reven.
7) SAE 5.2	1/4- 1	Acero martensitico de bajo carbono
8) SAE 7	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
9) SAE 8	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
10) SAE 8.2	1/4 -1	Acero martensitico de bajo carbono
11) ASTM A354	1/4 - 4	Acero de aleacion Templ. y Revenido
12) ASTM A449	3/4 - 3	Acero de mediano carbono Templ. y Reven.
13) ASTM A490	1/2 - 1 1/2	Acero de aleacion templado y revenido

El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: 5

La fuerza transversal sobre el tornillo es: (lbs)  $F = 500$

TABLA 4. Coeficientes de Friccion entre los materiales

Material	Coeficiente de friccion En seco
Hierro fundido sobre Hierro fundido	0.15-0.20
Acero sobre Acero	0.18
Hierro sobre concreto	0.30
Acero sobre babbit	0.14
Roble sobre Roble	0.25
Roble sobre Roble	0.25
Superficies lubricadas	0,05
Metales sonre roble	0.55

El coeficiente de friccion hallado en la tabla es = 0.18

El valor de  $F_i = F/(f \cdot n_j)$

El numero de juntas del diseno es: 2

El valor de la fuerza de apriete es:

$$F_i = 650.0 / (0.18 \cdot 2.0)$$

$$F_i = 1805.6 \text{ lbs}$$

El diametro del tornillo es:

$$d_r = (4 \cdot F / (c \cdot g_{adm}))^{(1/2)}$$

1. El  $g_{adm} = (0.35) \cdot S_y$  para el acero
2. El  $g_{adm} = (0.27) \cdot S_u$  para la fundicion

El numeral que corresponde al diseno es: 1

$$d_r = 0.300 \text{ pulg}$$

$$A_r = 0.0707 \text{ pulg}^2$$

Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : 1

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 3/8

Cuyas caracteristicas de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.063 \text{ pulg.}$

Diametro mayor nominal  $d = 0.3750 \text{ pulg.}$

Diametro menor  $d_r = 0.2938 \text{ pulg.}$

Diametro de paso  $d_m = 0.3344 \text{ pulg.}$

Numero de hilos por pulgada,  $n = 16 \text{ hilos/pg.}$

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 0.07750 \text{ pg}^2$

Area del diametro menor,  $A_r = 0.06780 \text{ pg}^2$

DESIGNACION: 3/8 - 16 UNC - GRADO 5

F) factor de seguridad con estos nuevos datos es:

$$N = g_{adm} \cdot A_r / (F_d)$$

$$N = 32200.0 \cdot 0.0678 / 650.0$$

$$N = 3.359 \text{ ***** Esta bien diseñado *****}$$

Quiere seguir Calculando tornillos de sujecion (S/N)?: N

## PROBLEMA EJEMPLO PARA JUNTAS CON EMPAQUETADURA

En un cilindro presurizado se requiere una unión hermética, para esto se utilizan empaques y tornillos de sujeción, diseñar los tornillos, el número de tornillos, los empaques que se necesitan para sellar herméticamente el cilindro por medio de una tapa. La presión debida al gas propano es de 500 Psi, el diámetro interior del cilindro es de 4 pulg. El diámetro del circulo de colocación de los tornillos es de 8 pulg. y el diámetro de la tapa es de 10 pulg. El espesor de cada una de las placas a unir es de 2 pulg.

## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar:

4

### JUNTAS CON EMPAQUETADURA

Los empaques son elementos elasticos que se localizan entre superficies rigidizadas para formar uniones hermeticas o estancas con el fin de impedir fugas o ingresos de particulas extrañas.

Un empaque debe garantizar un sello eficiente, durable y economico. El empaque debe ser:

- a) Resistente al fluido manipulado en el sistema
- b) Resistente a la presion producida por los tornillos de apriete.
- c) Deformable, para cubrir las irregularidades de las superficies de union.

Las juntas donde se emplean empaques pueden ser estaticas o dinamicas. Es estatica cuando las partes que la conforman permanecen fijas entre si, y dinamica cuando al menos una de las partes es movil.



TABLA 1. Factores de servicio, Fs

Tipo de Carga	Factor de servicio	Tipo de Trabajo
Sin choque o choques livianos	1.00 a 1.25	Liviano o Ligero
Con choques medianos moderados	1.25 a 1.50	Mediano o moderado
Choques fuertes	1.50 a 2.00	Pesados

El factor de servicio seleccionado es:  $F_s = 1.3$

TABLA 2. Factores de Seguridad, N

MATERIAL Y CONDICIONES DE CARGA	N
Materiales bien conocidos usados en condiciones controladas y sometidos a cargas y esfuerzos obtenidos con exactitud, cuando el poco peso es una condicion importante	1.25 a 1.5
Materiales bien conocidos usados en condiciones ambientales razonablemente constantes, sometidos a cargas y esfuerzos determinados facilmente.	1.4 a 2.0
Materiales no conocidos o no utilizados previamente, usados en condiciones promedio de carga esfuerzos y ambiente.	3.0 a 4.0
Materiales mejor conocidos, usados en condiciones inciertas de carga, esfuerzo y ambiente.	3.0 a 4.0

El factor de seguridad seleccionado es:  $F_S = 3.5$

TABLA 3. Especificaciones SAE para pernos de Acero

GRADO	INTERVALO DE TAMAÑOS	MATERIAL
Num	Inclusive pulg.	
1) SAE 1	1/4- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
2) SAE 2	1/4- 3/4	Acero de mediano o bajo carbono
3)	7/8- 1 1/2	Acero de mediano o bajo carbono
4) SAE 4	1/4- 1 1/2	Acero de mediano carbono estirado en frio
5) SAE 5	1/4- 1	Acero de mediano carbono temp. y reven.
6)	1/8- 1 1/2	Acero de mediano carbono temp. y reven.
7) SAE 5.2	1/4- 1	Acero martensitico de bajo carbono
8) SAE 7	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
9) SAE 8	1/4 -1 1/2	Acero de aleacion de mediano carbono
10) SAE 8.2	1/4 -1	Acero martensitico de bajo carbono
11) ASTM A354	1/4 - 4	Acero de aleacion Templ. y Revenido
12) ASTM A449	3/4 - 3	Acero de mediano carbono Templ. y Raven.
13) ASTM A490	1/2 - 1 1/2	Acero de aleacion templado y revenido

El Grado SAE escogido de la anterior Tabla es: 5

TABLA 4. Factor de Empaque "m" y Limite de fluencia para empaques "Y"

MATERIAL	"m"	"Y" Psi
Lamina Caucho blando	0.5	0
Lamina Caucho duro	1.0	180
Caucho blando y tela de algodón	0.75	50
Caucho duro y tela de algodón	1.25	400
Tela de fibras vegetales, Ca\$amo	1.75	1120
Lana de asbesto con caucho y refor. alambre: 3 capas	2.25	2200
2 capas	2.50	2880
1 capa	2.75	3650
Asbestos compuestos asbestos comprimidos: 1/8 esp.	2.00	1600
1/16 esp.	2.75	3650
1/32 esp.	3.50	6480
Devanado en espiral relleno con asb. Ac.Cr	2.50	2880
Ka 25 y SS316	3.00	4500
Acero perfilado relleno de asbesto	2.75	3650
Metal relleno de asbesto - aluminio blando	2.50	2880
- Cobre y bronce blando	2.75	3650

De la Tabla dar el valor de m : m = 2.25

De la Tabla dar el valor de Y Y = 2200

El espesor del empaque es: (pg.)  $t_e = 0.125$   
 La presion en el interior en lb/pg} es  $P_i = 500$   
 El diametro de la tapa o donde actua la presion:(pg) d = 4  
 El diametro del circulo de colocacion de los tornillos = 8  
 El diametro del circulo exterior de la tapa = 10  
 El espesor de la placa superior es:  $L_{p1} = 2$   
 El espesor de la placa inferior es:  $L_{p2} = 2$   
 TABLA 5. Valores recomendados para la fuerza de apriete

Presion de Trabajo	$F_i$		
	K	x	$F_d$
< 30 lb/pulg}	(1.0 a 1.25)	x	$F_d$
50 a 100 lb/pulg}	(1.25 a 1.65)	x	$F_d$
100 a 600 lb/pulg}	(1.65 a 3.3)	x	$F_d$
> 600 lb/pulg}	(3.3 a 10.0)	x	$F_d$

Para una presion de 500 lb/pulg}:  
 el valor del factor K de la tabla anterior es: 3.3

Suponer inicialmente un valor de  $C_t$ :  $0.5 < C_t < 1$ : 0.9

La carga de dise#o es:  $F_d = F \times F_s$

$$F_d = 6283.2 * 1.30$$

$$F_d = 8168.1 \text{ lbs}$$

$$F_i = K * F_d$$

$$F_i = 3.300 * 8168.1$$

$$F_i = 26954.9 \text{ lbs}$$

Calculo del diametro efectivo del empaque

Diametro exterior del empaque:

$$D_o = D_2 - 1/4$$

$$D_o = 10.000 - 1/4$$

$$D_o = 9.750$$

Diametro interior del empaque:

$$D_1 = D_i + 1/4$$

$$D_1 = 4.000 + 1/4$$

$$D_1 = 4.250$$

El ancho efectivo del empaque:

$$a = (D_o - D_1)/2$$

$$a = (9.750 - 4.250)/2$$

$$a = 2.750$$

$$b_o = a/2$$

$$b_o = 2.750/2$$

$$b_o = 1.375$$

$$\text{como } b_o > 0.25 \Rightarrow b = b_o/2 = 0.6875 \text{ pulg.}$$

Ahora el Diametro efectivo del empaque,  $D_e$  es:

$$D_e = D_o - 2b$$

$$D_e = 9.750 - 2 \times 0.6875$$

$$D_e = 8.3750 \text{ pulg.}$$

Calculo de la carga real o de servicio,  $Q_s$ :

$$Q_s = P_i A_e; A_e = \pi D_e^2/4 \Rightarrow A_e = \pi (8.375)^2/4$$

$$A_e = 55.0883 \text{ pg}$$

$$Q_s = 500.0 \times 55.0883$$

$$Q_s = 27544.16 \text{ lbs}$$

Verificacion de la hermeticidad de la junta:

$F_i/Q_s$  determina la seguridad de la junta:  $F_i/Q_s < 1$

$$F_i/Q_s = 26954.9/27544.2$$

$$F_i/Q_s = 0.98$$

La junta no es segura:  $0.979 < 1$ , de un valor

mayor a K en la siguiente tabla:  $K > 3.300$

TABLA 5. Valores recomendados para la fuerza de apriete

Presion de Trabajo	K	$F_i$ x	$F_d$
< 30 lb/pulg}	(1.0 a 1.25)	x	$F_d$
50 a 100 lb/pulg}	(1.25 a 1.65)	x	$F_d$
100 a 600 lb/pulg}	(1.65 a 3.3)	x	$F_d$
> 600 lb/pulg}	(3.3 a 10.0)	x	$F_d$

Para una presion de 500 lb/pulg}:

El valor del factor K de la tabla anterior es: 4.5

Suponer inicialmente un valor de  $C_t$ :  $0.5 < C_t < 1$ : 0.9

La carga de diseño es:  $F_d = F + F_s$

$$F_d = 6283.2 * 1.30$$

$$F_d = 8168.1 \text{ lbs}$$

$$F_i = K * F_d$$

$$F_i = 4.500 * 8168.1$$

$$F_i = 36756.6 \text{ lbs}$$

Calculo del diametro efectivo del empaque

Diametro exterior del empaque:  
 $D_o = D_2 - 1/4$

$$D_o = 10.000 - 1/4$$

$$D_o = 9.750$$

Diametro interior del empaque:  
 $D_i = D_1 + 1/4$

$$D_i = 4.000 + 1/4$$

$$D_i = 4.250$$

El ancho efectivo del empaque:

$$a = (D_o - D_i)/2$$

$$a = (9.750 - 4.250)/2$$

$$a = 2.750$$

$$b_o = a/2$$

$$b_o = 2.750/2$$

$$b_o = 1.375$$

$$\text{como } b_o > 0.25 \Rightarrow b = b_o/2 = 0.6875 \text{ pulg.}$$

Ahora el Diametro efectivo del empaque, De es:

$$D_e = D_o - 2b$$

$$D_e = 9.750 - 2*0.6875$$

$$D_e = 8.3750 \text{ pulg.}$$

Calculo de la carga real o de servicio, Qs:

$$Q_s = P_i * A_e; \quad A_e = (c * D_e)^2 / 4 \Rightarrow A_e = c * 8.375^2 / 4$$

$$A_e = 55.0883 \text{ pg}$$

$$Q_s = 500.0 * 55.0883$$

$$Q_s = 27544.16 \text{ lbs}$$

Verificacion de la hermeticidad de la junta:

$P_i/Q_s$  determina la seguridad de la junta:  $P_i/Q_s < 1$

$$P_i/Q_s = 36756.6/27544.2$$

$$P_i/Q_s = 1.33$$

La junta es segura:  $1.334 > 1$

La carga de diseño,  $Q_d = Q_s \cdot F_s = 27544.2 \cdot 1.30$

$Q_d = 35807.4 \text{ lbs}$

Area de esfuerzo de tension del tornillo:

$A_r = (F_i + C_t \cdot N \cdot Q_d) / (S_p)$

$A_r = (36756.6 + 0.90000 \cdot 3.500 \cdot 35807.4) / 85000$

$A_r = 1.75941$

Se requiere 1) rosca serie Basta, o 2) rosca serie fina : 1

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 1 1/2

Cuyas características de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.167 \text{ pulg.}$

Diametro mayor nominal  $d = 1.5000 \text{ pulg.}$

Diametro menor  $d_r = 1.2835 \text{ pulg.}$

Diametro de paso  $d_m = 1.3917 \text{ pulg.}$

Numero de hilos por pulgada,  $n = 6 \text{ hilos/pulg.}$

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 1.40500 \text{ pg}^2$

Area del diametro menor,  $A_r = 1.29400 \text{ pg}^2$

DESIGNACION: 1 1/2 - 6 UNC - GRADO 5



El numero de tornillos recomendado es:

$$n_t = c \cdot D_b / (5 \cdot r_d)$$

$$n_t = 3$$

El Ar del tornillo se calcula por medio de:

$$A_r = (F_i + C_t \cdot N \cdot Q_d) / (n_t \cdot S_p)$$

$$A_r = (36756.6 + 0.90 \cdot 3.50 \cdot 35807.4) / (85000 \cdot 3)$$

$$A_r = 0.52504 \text{ pulg}^2$$

El tornillo comercial encontrado tiene la designacion: 1

Cuyas caracteristicas de roscas son:

Rosca UNC

El paso es,  $P = 0.125$  pulg.

Diametro mayor nominal  $d = 1.0000$  pulg.

Diametro menor  $d_r = 0.8376$  pulg.

Diametro de paso  $d_m = 0.9188$  pulg.

Numero de hilos por pulgada,  $n = 8$  hilos/pg.

Area de esfuerzo de tension,  $A_t = 0.60600$  pg<sup>2</sup>

Area del diametro menor,  $A_r = 0.55100$  pg<sup>2</sup>

DESIGNACION: 1 - 8 UNC - GRADO 5

Ahora se recalcula el valor de  $C_t$ , con los nuevos valores del diametro hallado

TABLA. MODULO DE ELASTICIDAD PARA MATERIALES DE EMPAQUES

Material	Modulo de elasticidad (Psi)
Corcho	12500
Asbesto Comprimido	70000
Cobre-asbesto	13500000
Caucho (hule) simple	10000
Rollo en espiral	41000
Tefl <sup>n</sup>	35000
Fibra Vegetal	17000

El modulo de elasticidad del material del empaque es  $5e6$

TABLA 6. Deformacion de materiales no metalicos, q

Material	Presion de compresion (PSI)							
	1000	2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000
Corcho - Caucho	0.54	0.60	0.61	0.62	0.64			
Papel impregnado	0.42	0.46	0.47	0.48	0.49			
Tela de asbesto cauchtda.	0.22	0.33	0.37	0.39	0.42	0.44	0.46	0.47
Fibra de asbesto	0.10	0.14	0.17	0.18	0.21	0.23	0.25	0.28
Caucho natural	0.06	0.08	0.09	0.10	0.13	0.16	0.21	0.26
Teflon	0.01	0.03	0.04	0.05	0.08	0.14	0.23	0.35

De la Tabla 6 el valor del coeficiente de deformacion  $q = 0.11$

El nuevo valor de Ct recalculado es:  $C_t = 0.85069$

La constante elastica de las partes,  $C_p$ :

$$C_p = 1 - C_t = 1 - 0.85069$$

$$C_p = 1 - 0.85069$$

$$C_p = 0.14931$$

La fuerza total que soportan los tornillos:

$$F_t = F_i + C_t * Q_d = 36756.6 + 0.85069 * 35807.4$$

$$F_t = 67217.6 \text{ lbs}$$

La fuerza que actua sobre el empaque,  $F_e$ :

$$F_e = F_i - C_p * Q_d$$

$$F_e = 36756.6 - 0.14931 * 35807.4$$

$$F_e = 31410.2 \text{ lbs}$$

El area efectiva del empaque:

$$D_{or} = D_b - d$$

$$D_{or} = 8.000 - 1.0000$$

$$D_{or} = 7.0000 \text{ pulg.}$$

$$D_{oe} = D_{or} - 2 * b$$

$$D_{oe} = 7.000 - 2 * 0.6875$$

$$D_{oe} = 5.6250 \text{ pulg.}$$

$$A_o = (c/4)(D_{or} + D_{oe})$$

$$A_o = (c/4)(7.0000 + 5.6250)$$

$$A_o = 13.6340 \text{ pulg.}$$

Chequeo de la presion de asiento:

$$P_a < P_{\text{minima requerida}}: P_a < 2200.0$$

$$P_a = F_e / A_o$$

$$P_a = 2303.8$$

Esta bien diseñado y la junta es hermetica

Quiere seguir Calculando juntas con empaques (S/N)?: N

## PROBLEMA EJEMPLO PARA TORNILLOS SIN FIN

Se desea diseñar un mecanismo de tornillo sin fin para reducir la velocidad angular de 1160 rpm a 58 rpm, y el cual transmite una potencia de 33 HP. Las rpm de salida se utilizan para dar el movimiento a un ascensor.

## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar: 5

Elaborado por: Victor Manuel Libreros y William Muñoz

### TORNILLOS SIN FIN

Pertenecen al grupo de los engranajes cilindricos helicoidales con arboles que se cruzan en el espacio a  $90^\circ$  en los cuales el piñón es sustituido por un tornillo semejante a los de potencia con uno a seis filetes o entradas, los cuales hacen las veces de dientes que engranan con los de la rueda helicoidal la cual a su vez esta generada por un segmento de tuerca. Estos engranajes sirven para transmitir potencia y movimiento entre arboles que se cruzan a  $90^\circ$ .

Para diseñar tornillos sin fin se necesitan conocer 3 datos importantes, que se deben de saber de antemano en la etapa de prediseño. Estos tres datos se calculan de acuerdo a las necesidades, características, del objetivo final del trabajo que se quiere realizar,

Estas tres incognitas se deben conocer y son:

Las rpm de entrada:  $n_1 = 1160$   
 Las rpm de salida:  $n_2 = 58$   
 La potencia a transmitir:  $HP = 33$

TABLA 1. Factores de servicio para tornillos sin fin

Fuente de potencia	Duracion de servicio . horas	Tipo de maquinaria de uso		
		Uniforme o sin choques	Choques moderados	Choques fuertes
Motores electricos	Menor de 1hr	0.80	0.90	1.00
	2 horas	0.90	1.00	1.25
	10 horas	1.00	1.25	1.50
	24 horas	1.25	1.50	1.75
	10 horas	1.00	1.25	1.50
Motores de explosion o de combustion interna de varios cilindros.	Menor de 1hr	0.90	1.00	1.25
	2 horas	1.00	1.25	1.50
	10 horas	1.25	1.50	1.75
	24 horas	1.50	1.75	2.00
Motores de explosion o de combustion interna de un solo cilindro.	Menor de 1hr	1.00	1.25	1.50
	2 horas	1.25	1.50	1.75
	10 horas	1.50	1.75	2.00
	24 horas	1.75	2.00	2.25
Motores electricos muchas paradas y arranques.	Menor de 1hr	0.90	1.00	1.25
	2 horas	1.00	1.25	1.50
	10 horas	1.25	1.50	1.75
	24 horas	1.50	1.75	2.00

De la Tabla 1 se escoge un factor de servicio:  $f_s = 1.1$

La potencia de diseño, HPD, es:  $HPD = HPD \cdot fs$

$HPD = 36.3 \text{ HP}$

La relacion de transmision, i, es:  $i = n1/n2$

$i = 20.000$

La potencia en la rueda, HP2, es:  $HP2 = HP \cdot e$

$e = (1 - i/(2 \cdot 100))$

$e = 0.8$

$HP2 = 33.0 \cdot 0.8 \quad HP2 = 26.4 \text{ HP}$

De la siguiente tabla se escogen valores tentativos de distancia ente centros (C), ancho de cara de la rueda (F2) y diametro primitivo del tornillo (D1). Se escoge las rpm de la tabla mas cercana a las rpm de entrada, o sea a  $n1 = 1160$ .

El valor de  $n1 = 1160 \text{ r.p.m.}$ : a cual de los siguientes valores se encuentra mas cercano:

1. 100 rpm
2. 720 rpm
3. 1750 rpm
4. 3600 rpm
5. 10000 rpm

Se escoge el numeral: 2

El valor de  $n_1 = 1160 \text{ r.p.m.}$ : a cual de los siguientes valores se encuentra mas cercano:

1. 100 rpm
2. 720 rpm
3. 1750 rpm
4. 3600 rpm
5. 10000 rpm

Se escoge el numeral: 2

Se escogen de la tabla 3: C, D1 y F2 con los siguientes valores:

$i = 20.000$  y  $HP_1 = 22.5 \text{ HP}$

TABLA 3. Capacidad nominal de los reductores por tornillo

i n1/n2	C Pg.	D1 Pg.	F2 Pg.	R.P.M. del tornillo				
				100	720	1750	3600	10000
				POTENCIA A CADA VELOCIDAD (TORN.)				
14-22	2	0.825	0.46875	0.15	0.7	1.4	1.9	3.4
14-22	4	1.525	0.9375	0.9	4.6	7.0	8.8	11.3
14-22	8	2.8	1.8125	5.5	23.0	33.5	47.0	-
14-22	16	3.1	3.375	36.0	100	145	185	-

Con  $HP = 22.5$  y  $i = 20.00$  dar los siguientes valores:

Distancia entre centros,  $C = 8$

Diametro primitivo del tornillo  $D1 = 2.8$

Ancho de cara de la rueda  $F2 = 1.8125$



El valor de  $F_2$  debe cumplir las siguientes condiciones:

$$F \leq 2D_1/3 = 2*3.0/3 = 2.0 \text{ pg.}$$

$$F \leq (C^{0.875})/3 = 10.0^{0.29167} = 2.5 \text{ pg.}$$

Se escoge el menor  $F$  de los 3 anteriores:  $F = 2.0 \text{ pg.}$

El Diametro de la rueda se halla con la siguiente ecuacion:

$$C = (D_2 + D_1)/2 \Rightarrow D_2 = 2C - D_1; \quad D_2 = 2*10 - 3.0$$

$$D_2 = 17.0 \text{ pg.}$$

La velocidad periferica  $V_2$  de la rueda es:

$$V_2 = 3.1416*D_2*n_2/12 = 3.1416*17.0*58.0/12$$

$$V_2 = 258.1 \text{ pm}$$

$$F_d = (1200 + V_2)/1200 = (1200 + 258.1)/1200$$

$$F_d = 1.215$$

El valor de distancia entre centros tomado es:

$$C = 10 \text{ pg.}$$

El valor del ancho de cara escogido es:

$$F_2 = 2.0 \text{ pg.}$$

El valor del Diametro  $D_1$  del tornillo escogido es:

$$D_1 = 3.0 \text{ pg.}$$

La carga tangencial en la rueda es:

$$W_2 = 33000 * HP_2/V_2 = 33000 * 26.4/258.1$$

$$W_2 = 3375.0 \text{ lb} \quad \text{El torque transmitido a la rueda es:}$$

$$T_2 = 63000 * HP_2/n_2 = 33000 * 26.4/58.0$$

$$T_2 = 28675.9 \text{ lb*pg}$$

TABLA 4. Resistencia ultima y limite de fatiga a la rotura para varios materiales fundidos en ruedas

Material	Resistencia ultima lb/pg) Su	Resistencia a la fatiga S2 (lb/pg))	Observaciones
Fund. hierro de calidad	30.000	10.000	Fund. de buena calidad, barata ASTM 30
Bronce al manganeso SAE 43	70.000	20.000	Fund. fuerte y compacta.
Bronce al plomo SAE 40-63	30.000	8.000	Fund. buena, de facil mecan.
Bronce fosforoso SAE 65	35.000	15.000	Bajo rozamiento resiste cargas altas.
Bronce aluminio SAE 68, BHN=100	65.000	22.000	Servicio pesado
Bronce aluminio SAE 58, BHN=160	80.000	28.000	Servicio pesado

De la tabla 3, el valor de S2, para el material escogido es: 22000

No. filetes	1	2	3	4	5	6
Angulo avance;x	5	10	15	20	25	30
Numero dientes de la rueda, N2	20	40	60	80	100	120
Factor de lewis Y2	0.314	0.314	0.393	0.393	0.471	0.471
Paso normal, Pn	1.90	2.71	3.74	4.38	5.46	6.12

De las columnas se selecciona el numero de filetes = 4

Se escogieren los siguientes valores:

Paso normal  $P_n = 4.4$

Numero de Filetes  $N_1 = 4$

Angulo presión normal  $\phi_n = 20.0$

Angulo de avance  $\phi = 20.0$

Factor de Lewis  $Y_2 = 0.393$

Numero dientes de la rueda  $N_2 = 80$

Escoger un valor normalizado de  $P_n$  aproximado

al valor calculado  $P_n = 4.4$

Datos normalizados = 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 32

El valor normalizado de  $P_n$  escogido = 5

El paso circular es:  $P = P_n \cdot \cos \phi$

$$P = 5.0 \cdot \cos 20$$

$$P = 4.6985$$

El diametro primitivo  $D_1$ , del tornillo queda:

$$D_1 = N_1 / (P \cdot \cos \phi), \quad D_1 = 4 / (4.6985 \cdot 0.9397)$$

$$D_1 = 2.3390$$

El diametro primitivo  $D_2$ , de la rueda queda:

$$D_2 = N_2 / (P), \quad D_2 = 80 / (4.6985)$$

$$D_2 = 17.0268 \text{ pg}$$

La distancia entre centros  $C$  queda:

$$C = (D_1 + D_2) / 2, \quad C = (2.3390 + 17.0268) / 2$$

$$C = 9.6829 \text{ pg}$$

El ancho de cara resulta de las siguientes condiciones:

$$F = C^{0,875/3} = 9.6829^{0,875/3}$$

$$F = 2.430 \text{ pg.} \quad \text{otra forma:}$$

$$F = 2 \cdot D_1 / 3 = 2 \cdot 2.3390 / 3$$

$$F = 1.559 \text{ pg.} \quad \text{otra forma}$$

$$F = \{(D_o - D_1)\}, \text{ donde: } D_o = D_1 + 2a;$$

$$a = \text{adendo} = 0,3183 \cdot p; \quad p = \text{paso} = c/p = c/4.698$$

$$a = 0.4760 \text{ pg.}; \quad D_o = 2.3390 + 2 \cdot 0.4760$$

$$D_o = 3.2911 \text{ pg.}$$

$$F = \{(3.2911^2 - 2.3390^2) = 2.3152 \text{ pg.}$$

Se escoge el menor F de los 3 anteriores:  $F = 1.6 \text{ pg.}$

Calculo y diseño por desgaste ecuacion de Buckingham

TABLA 5. Factor de desgaste para tornillo sin fin

MATERIAL TORNILLO	MATERIAL RUEDA	ANGULO PRESION NORMAL			
		14,5	20	25	30
Acero duro BHN $\geq$ 500	Bronce fundido en coqui.	90	125	150	180
Acero duro BHN $\geq$ 500	Bronce fundido en arena	60	80	100	120
Acero con BHN $\geq$ 250	Bronce fundido en arena	36	50	60	72
Fe fund. buena calidad	Bronce fundido en arena	80	115	140	165
Fundicion hierro gris	Aluminio	10	12	15	18
Acero	Aluminio	6	7,2	9	10,8
Fe fund. alta calidad	Fundicion gris	90	125	150	180
Acero	Fundicion gris	54	75	90	108
Fe fund. alta calidad	Acero fundido	22	31	37	45
Fe fund. alta calidad	Fe fundido alta calidad	135	185	225	270

El valor del factor de desgaste escogido de la Tabla es : 125

$$V2 = 258.5 \text{ pm}$$

$$Fd = (1200 + V2)/1200 = (1200 + 258.5)/1200$$

$$Fd = 1.215$$

La carga tangencial en la rueda es:

$$W2 = 33000 * HP2/v2 = 33000 * 26.4/258.5$$

$$W2 = 3369.7 \text{ lb}$$

La carga de diseño WD es:

$$WD = W2*fs*fd = 3369.7*1.1*1.22$$

$$WD = 4505.2 \text{ lb}$$

La carga admisible por desgaste es:

$$Ww = D2*F2*Kd = 17.0268*1.6*156.250$$

$$Ww = 4148.6 \text{ lb}$$

Como  $WD > Ww$ :  $4505.23 > 4148.60$  estan mal diseñados

$$Kd = WD/(D2*F2) = 4505.2/(17.0268*1.6)$$

$$Kd = 169.7$$

TABLA 5. Factor de desgaste para tornillo sin fin

MATERIAL TORNILLO	MATERIAL RUEDA	ANGULO PRESION NORMAL			
		14,5	20	25	30
Acero duro BHN r 500	Bronce fundido en coqui.	90	125	150	180
Acero duro BHN r 500	Bronce fundido en arena	60	80	100	120
Acero con BHN r 250	Bronce fundido en arena	36	50	60	72
Fe fund. buena calidad	Bronce fundido en arena	80	115	140	165
Fundicion hierro gris	Aluminio	10	12	15	18
Acero	Aluminio	6	7,2	9	10,8
Fe fund. alta calidad	Fundicion gris	90	125	150	180
Acero	Fundicion gris	54	75	90	108
Fe fund. alta calidad	Acero fundido	22	31	37	45
Fe fund. alta calidad	Fe fundido alta calidad	135	185	225	270

El valor del angulo de presion correspondiente a un valor de  $Kd = 169.7$  en la misma fila que se hallo antes es = 30

El paso circular es:  $P = P_n \cdot \cos x$

$$P = 5.0 \cdot \cos 25$$

$$P = 4.5315$$

El diametro primitivo D1, del tornillo queda:

$$D1 = N1/(P \cdot \tan x), \quad D1 = 5/(4.5315 \cdot 0.466)$$

$$D1 = 2.3662$$

El diametro primitivo D2, de la rueda queda:

$$D2 = N2/(P), \quad D2 = 100/(4.5315)$$

$$D2 = 22.0676 \text{ pg}$$

La distancia entre cenmtros C queda:

$$C = (D1 + D2)/2, \quad C = (2.3662 + 22.0676)/2$$

$$C = 12.2169 \text{ pg}$$

El ancho de cara resulta de las siguientes condiciones:

$$F = C^{0.875/3} = 12.2169^{0.875/3}$$

$$F = 2.978 \text{ pg.} \quad \text{otra forma:}$$

$$F = 2 + D1/3 = 2 + 2.3662/3$$

$$F = 1.577 \text{ pg.} \quad \text{otra forma}$$

$$F = \{(D)o1 - D1\}, \text{ donde: } Do1 = D1 + 2a;$$

$$a = \text{adendo} = 0.3183 \cdot p; \quad p = \text{paso} = c/p = c/4.532$$

$$a = 0.4591 \text{ pg.}; \quad Do1 = 2.3662 + 2 \cdot 0.4591$$

$$Do1 = 3.2845 \text{ pg.}$$

$$F = \{(3.2845^2 - 2.3662^2) = 2.2779 \text{ pg.}$$

Se escoge el menor F de los 3 anteriores:  $F = 1.6 \text{ pg.}$

# Calculo y diseño por desgaste ecuacion de Buckingham

TABLA 5. Factor de desgaste para tornillo sin fin

MATERIAL TORNILLO	MATERIAL RUEDA	ANGULO PRESTION NORMAL			
		14,5	20	25	30
Acero duro BHN r 500	Bronce fundido en coqui.	90	125	150	180
Acero duro BHN r 500	Bronce fundido en arena	60	80	100	120
Acero con BHN r 250	Bronce fundido en arena	36	50	60	72
Fe fund. buena calidad	Bronce fundido en arena	80	115	140	165
Fundicion hierro gris	Aluminio	10	12	15	18
Acero	Aluminio	6	7,2	9	10,8
Fe fund. alta calidad	Fundicion gris	90	125	150	180
Acero	Fundicion gris	54	75	90	108
Fe fund. alta calidad	Acero fundido	22	31	37	45
Fe fund. alta calidad	Fe fundido alta calidad	135	185	225	270

El valor del factor de desgaste escogido de la tabla es = 180

La velocidad periferica  $V_2$  de la rueda es:

$$V_2 = 3.1416 \cdot D_2 \cdot n_2 / 12 = 3.1416 \cdot 22.1 \cdot 58.0 / 12$$

$$V_2 = 335.1 \text{ pm}$$

$$f_d = (1200 + V_2) / 1200 = (1200 + 335.1) / 1200$$

$$f_d = 1.279$$

La carga tangencial en la rueda es:

$$W_2 = 33000 \cdot HP_2 / V_2 = 33000 \cdot 26.4 / 335.1$$

$$W_2 = 2600.0 \text{ lb}$$

La carga de diseño  $W_D$  es:

$$W_D = W_2 \cdot f_s \cdot f_d = 2600.0 \cdot 1.1 \cdot 1.28$$

$$W_D = 3658.6 \text{ lb}$$

La carga admisible por desgaste es:

$$W_w = D_2 \cdot F_2 \cdot K_d = 22.0676 \cdot 1.6 \cdot 225.000$$

$$W_w = 7832.4 \text{ lb}$$

Como  $W_D < W_w$ ; 3658.56 < 7832.44 estan bien diseñados

DESEA SEGUIR CALCULANDO TORNILLOS SIN FIN (S/N)?

N

## PROBLEMA EJEMPLO DE CADENAS DE TRANSMISION DE RODILLOS

Diseñar una transmisión por cadena de un eje que gira a 175 rpm a otro eje que debe girar a 50 rpm, la potencia que se va a transmitir es de 5 HP, la transmisión se emplea para mover una banda transportadora de un horno para secado de pintura.



## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar: 6

Elaborado por: Victor Manuel Libreros y William Muñoz

### CADENAS DE TRANSMISION, DE RODILLOS

Son elementos mecanicamente flexibles, tienen cierta capacidad de deformacion, que sirven para la transmision de potencia y movimiento entre arboles paralelos que estan relativamente separados entre si siendo la relacion de transmision constante como en los engranajes, debido a que la transmision no se realiza por rozamiento como en las correas sino por una especie de engrane entre la cadena y la rueda dentada. Son elementos de precision. Sirven para grandes relaciones de transmision, se utiliza para velocidades no muy altas.

TABLA 1. Factores de servicio para cadenas

Tipo de carga	Combustion interna con transmision hidraulica	Electrico o turbina	Combustion con transmision mecanica
U	1.0	1.0	1.2
CM	1.2	1.3	1.4
CF	1.4	1.5	1.7

- Uniforme: La carga de regimen es uniforme. La carga de arranque y la pico pueden ser grandes pero poco frecuentes
- Choques moderados: La carga de regimen es variable. La carga de arranque y pico son significativamente mas grandes que la de regimen y ocurren con frecuencia.
- Choques fuertes: La carga de arranque es extremadamente grande. La carga pico y las sobrecargas ocurren con frecuencia y son de maxima amplitud.

El factor de servicio escogido es: 1.1

El valor de la potencia a transmitir es: HP = 5

La velocidad de rotacion del piñon en r.p.m. es:  $n_1 = 175$

La velocidad de rotacion de la rueda en r.p.m. es:  $n_2 = 50$

Determinacion de la velocidad:

Para bajas velocidades  $V=(0-50)$ pie/min:  $Z_1 = 11$  dientes

y para  $V = (50 \text{ a } 250)$  pies./min:  $Z_1 = 17$  dientes.

Se supone un valor de numero de dientes, entre 11 y 17: 15

La velocidad del piñon es:

$$V = 3.1416 \cdot (p / \text{Sen}(180 / Z_1)) \cdot n_1 / 12$$

$V = 220.36 * p$  :Tomando  $p=0.25$ pg. para menor cadena

$V = 55.09$  pie/min

Se debe usar numero de dientes entre (17 - 21), ya que:  
 $55.09 = (50 - 250)$  pie/min

El nuevo numero de dientes escogido es: 18

Ahora tabulamos los siguientes valores:

Numero de Cadena (Columna 1)

$p$  = paso (Columna 2)

$V = 263.84 * p$  (Columna 3)

$F_d = 33000 * HP / V$  : (Columna 4)

para diferentes pasos de cadena

Factor de seguridad (Columna 5)

Resistencia ultima  $F_u$ , lb (Columna 6)

TABLA DE TUBULACION DE VALORES

Cadena No.	Paso pg	Velocidad pm	Carga $F_d$ , lb	Factor segur. lb	$F_u$ lb	$F_{ad}$ lb
25	0.25	66.0	2751.7	7	875	125
35	0.38	98.9	1834.5	7	2100	300
41	0.50	131.9	1375.8	8	2000	250
40	0.50	131.9	1375.8	8	3700	463
50	0.63	164.9	1100.7	9	6100	678
60	0.75	197.9	917.2	9	8500	944
80	1.00	263.8	687.9	10	14500	1450
100	1.25	329.8	550.3	10	24000	2400
120	1.50	395.8	458.6	10	34000	3400
140	1.75	461.7	393.1	10	40000	4000
160	2.00	527.7	344.0	10	58000	5800
200	2.50	659.6	275.2	10	95000	9500
240	3.00	791.5	229.3	10	130000	13000

Sirven los tipos de cadena en donde la ultima columna dice SI:

TABLA DE RESULTADOS FINALES

CADENA ASA No.	K	x	Fad lb	Numero de cadenas	Fad lb	>	Fd lb	Sirve
25	4.0	x	125.0	5	500.0	<	2751.7	NO
35	4.0	x	300.0	5	1200.0	<	1834.5	NO
41	4.0	x	250.0	5	1000.0	<	1375.8	NO
40	3.3	x	462.5	4	1526.3	>	1375.8	SI
50	1.7	x	677.8	2	1152.2	>	1100.7	SI
60	1.0	x	944.4	1	944.4	>	917.2	SI
80	1.0	x	1450.0	1	1450.0	>	687.9	SI
100	1.0	x	2400.0	1	2400.0	>	550.3	SI
120	1.0	x	3400.0	1	3400.0	>	458.6	SI
140	1.0	x	4000.0	1	4000.0	>	393.1	SI
160	1.0	x	5800.0	1	5800.0	>	344.0	SI
200	1.0	x	9500.0	1	9500.0	>	275.2	SI
240	1.0	x	13000.0	1	13000.0	>	229.3	SI

OPRIMIR LA LETRA X PARA IR AL MENU?

## PROBLEMA EJEMPLO DE CORREAS EN "V".

Diseñar una transmisión por correas de un eje que gira a 1160 rpm a otro eje que debe girar a 50 rpm, la potencia que se va a transmitir es de 50 HP. La fuente de potencia es un motor eléctrico que transmite el movimiento a un ventilador de un transportador neumático.

## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar: 7

Elaborado por: Victor Manuel Libreros y William Muñoz

### CORREAS O BANDAS

Las correas se utilizan para la transmisión de potencia, con elementos elásticos, además se utilizan para la transmisión de movimiento entre ejes paralelos o que se cruzan en el espacio, que están separados entre sí.

Con el programa se diseñan correas en "V" o trapeciales muy utilizadas en la industria.

TABLA 1. Factor de Servicio para correas o bandas

Maquinaria impulsada	Fuente de potencia	
	Característica de par normal	Par alto o no uniforme
Uniforme	1,0 a 1,2	1,1 a 1,5
Con choque ligero	1,1 a 1,3	1,2 a 1,4
Con choque medio	1,2 a 1,4	1,4 a 1,6
Con choque pesado	1,3 a 1,5	1,5 a 1,8

FUENTE: de ANSI/RMA-IP-2--1.977 estándar.

El factor de servicio escogido de la Tabla 1 es: 1.5

Las rpm de la máquina impulsadora o rpm de entrada,  $n_e = 1160$

La potencia que se transmite o generada,  $HP = 50$

Las rpm de la máquina impulsada o rpm de salida,  $n_s = 270$

La potencia de diseño HPD encontrada:

$$HPD = HP \times fs : HPD = 50.0 \times 1.50 = 75.00$$

Ahora pasamos al siguiente gráfico para seleccionar el

tipo de correa con los siguientes valores:

En la horizontal  $\rightarrow$   $HPD = 75.0$

y en la vertical  $\rightarrow$  r.p.m. = 1160.0

De la grafica se encontro que el tipo de correa es:

1. Tipo A
2. Tipo B
3. Tipo C
4. Tipo D
5. Tipo E

El numeral a que corresponde es: 4

TABLA 2. Diametro minimo recomendado para la polea menor

Tipo	A	B	C	D	E
D min	3	5,4	9	13	21

Para la correa hallada: \*\* tipo D \*\*\* el valor del diametro menor que se requiere de acuerdo a la tabla o dependiendo de un diametro comercial menor es: 13



TABLA 3. Factor de relacion de diametros

D2/D1=i	Kd	D2/D1=i	Kd
1.000 - 1.019	1.00	1.223 - 1.274	1.08
1.020 - 1.031	1.001	1.275 - 1.340	1.09
1.033 - 1.055	1.02	1.341 - 1.492	1.10
1.056 - 1.081	1.03	1.430 - 1.562	1.11
1.082 - 1.109	1.04	1.563 - 1.814	1.12
1.110 - 1.142	1.05	1.815 - 2.948	1.13
1.143 - 1.178	1.06	2.949 y mas	1.14
1.179 - 1.222	1.07		

\*\*\* D2/D1 = i = 4.296 relacion transmision \*\*\*

De la Tabla 3 se escoge un factor Kd = 1.14

La velocidad de la correa:  $V = 3,1416 \cdot D1 \cdot n1 / 60$

Velocidad de la correa,  $V = 3947.93$  pie/min

se calcula ahora la potencia nominal transmitida HPn

$$HPn = (x \cdot (10^3/V)^{0,09} - y / (Kd \cdot D1) - zV^2 / 10^6) \cdot V / 10^3$$

los valores de x, y , z para correa tipo D son:

$$x = 12.788 \quad y = 137.700 \quad z = 0.0848$$

$$\text{factor } Kd = 1.140 \quad D1 = 13.0$$

Reemplazando valores se obtiene

potencia nominal transmitida:

$$HPn = 23.65$$

El diametro de la polea mayor,  $D2 = n1 \cdot D1 / n2$

$D2 = 55.9$  pg.

Ahora hallamos la distancia entre centros, C:

$$C > D2 = iD1 = 4.296 \cdot 13.0$$

$C = 55.85$  pg. ; o otra forma:

$$C > (D2 + 3D1)/2 = (55.9 + 3 \cdot 13.0)/2$$

$C = 47.43$  pg.

Se escoge el mayor de los dos valores de C:

$55.85$  pg.  $>$   $47.43$  pg.

Distancia entre centros,  $C = 56$  pg.

Ahora se procede al calculo de la longitud de la correa, L:

$$L = 2C + 3.1416(D2+D1)/2 + (D2-D1)^2/4C$$

$L = 228.075$  pg.

Longitud interna de la correa:

$$Li = L - dL$$

Para tipo D:  $dL = 3.5$

$$Li = L - dL$$

$Li = 228.075 - 3.5$

$Li = 224.575$  pg.

TABLA 4. Longitudes normalizadas de las correas en V

Tipo	Longitud de circunferencia interior en pg.
A	26,33,35,38,42,46,51,55,60,68,75,80,85,90,96,105,112,120,128.
B	35,38,42,46,51,55,60,68,75,80,85,90,96,105,112,120,128,144,158,173,180,195,210,240,270,300.
C	51,60,68,75,81,85,90,95,105,112,128,144,158,173,180,195,210,240,270,300,330,360,390,420.
D	120,128,144,158,173,180,195,210,240,270,300,330,360,390,420,480,540,600,660.
E	180,195,210,240,270,300,330,360,390,420,480,540,600,660.

De la tabla con correa tipo D se escoge una longitud aproximada a 228.075 pg. El valor escogido es: 240

Ahora recalculando se obtienen los siguientes valores:

$$l = L_i + dL = 240.000 + 3.50$$

$$l = 243.500 \text{ pg.}$$

Nueva distancia entre centros:

$$B = 4 \cdot l - 2 \cdot 3.1416 \cdot (D_2 + D_1)$$

$$B = 541.391$$

$$C = (B \cdot ((B) - 32 \cdot (D_2 - D_1))) / 16$$

La nueva distancia entre centros queda:

$$C = 64 \text{ pg.}$$

Ahora se calcula el factor de correccion por angulo

$$(D2 - D1)/C = (55.9 - 13.0)/64.09$$

$$(D2 - D1)/C = 0.669$$

TABLA 5. Factor de correccion por angulo

(D2-D1)/C	Ki	(D2-D1)/C	Ki	(D2-D1)/C	Ki
0	1	0,60	0,91	1,10	0,80
0,1	0,99	0,70	0,89	1,20	0,77
0,2	0,97	0,80	0,87	1,30	0,73
0,3	0,96	0,90	0,85	1,40	0,70
0,4	0,94	1,00	0,82	1,50	0,65
0,5	0,93				

Con el valor de  $(D2-D1)/C = 0.67$ :  $K_i$  de la tabla es: 0.89

TABLA 6. Factor de correccion por longitud

Longitud	Seccion de la correa				
	A	B	C	D	E
240		1.22	1.11	1.00	0.96
270		1.25	1.14	1.03	0.99
300		1.27	1.16	1.05	1.01
330			1.17	1.07	1.03
360			1.21	1.09	1.05
390			1.23	1.11	1.07
420			1.24	1.12	1.09
480				1.16	1.12
540				1.18	1.14
600				1.20	1.17
660				1.23	1.19

El factor por longitud con  $L_i = 240.00$  pg. es: 1.0

Ahora la potencia corregida  $HP_r$  es:

$$HP_r = K_i * K_1 * HP_n = 0.890 * 1.00 * 23.7$$

$$HP_r = 21.0 \text{ HP}$$

Ahora el numero de correas por la siguiente ecuacion:

$$m = \text{numero de correas}; \quad m = HP_D / HP_r$$

$$m = 75.0 / 21.0 \text{ son necesarias } m = 4 \text{ correas}$$

DURACION DE VIDA DE LAS CORREAS:

Calculo de la carga centrifuga:

$$F_c = K_c * (V/1000)^2$$

$$F_c = 3.498 * (3947.93/1000)^2$$

$$K_c = 3.498 \text{ para correa tipo D}$$

$$F_c = 54.52 \text{ lbs}$$

Calculo de la carga producida por la flexion:

$$F_{b1} = K_b / D_1$$

$K_b$  es el factor para correa tipo D  $K_b = 3873$

$$F_{b1} = 3873 / 13.0$$

$$F_{b1} = 297.92 \text{ lbs}$$

$$F_{b2} = K_b / D_2$$

$$F_{b2} = 3873 / 55.9$$

$$F_{b2} = 69.34 \text{ lbs}$$

$$F = u / \text{Sen}(a/2)$$

$u$  = coeficiente friccion, se halla en la siguiente tabla

TABLA 7. Coeficiente de rozamiento

Material de la correa	Acero o fundicion			
	Limpio seco	Humedo	Grasa	Aceite
Cuero curtido en roble	0.25	0.20	0.15	0.12
Cuero curtido en cromo o mineral	0.40	0.35	0.25	0.20
Caucho	0.30	0.18	-	-
Lona	0.20	0.15	0.12	0.10
Tejido de algodón	0.22	0.15	0.12	0.10
Balata	0.32	0.20	-	-
Caucho - Lona	0.35	0.20	-	-

El coeficiente de fricción seleccionado es: 0.25

$$f = u / \text{Sen}(a/2)$$

$$f = 0.25 / \text{Sen}(34/2)$$

$$f = 0.855$$

$$i1 = 3.1416 - (D2 - D1)/C$$

$$i1 = 3.1416 - (55.9 - 13.0)/64.09$$

$$i1 = 2.4730 \text{ radianes}$$

$$i2 = 3.1416 + (D2 - D1)/C$$

$$i2 = 3.1416 + (55.9 + 13.0)/64.09$$

$$i2 = 3.8102 \text{ radianes}$$

$$\text{Ahora } fi = f1i1 \text{ o } ui2$$

$$fi = 2.115$$

$$K = Fc/3,1416$$

$$K = 54.520/3.1416$$

$$K = 17.354$$

Calculo de la tension en el ramal tenso:

$$F1 = K + 33000*HPD*e^{fi}/(m*V*(e^{fi}-1))$$

$$F1 = 217.45 \text{ lbs}$$

Ahora las cargas picos son:

$$Fp1 = Fc + F1 + Fb1$$

$$Fp1 = 54.52 + 217.45 + 297.92$$

$$Fp1 = Fc + F1 + Fb1$$

$$Fp1 = 569.89 \text{ lbs}$$

$$Fp2 = 54.52 + 217.45 + 69.34$$

$$Fp2 = 341.31 \text{ lbs}$$

El valor de N1 hallado de la grafica es: 4e8

El valor de N2 hallado de la grafica es: 5e9

$$N = N1+N2/(N1 + N2)$$

$$N = 400000000 + 5000000000/(400000000 + 5000000000)$$

$$N = 370370370 \text{ ciclos}$$

Duracion en horas:  $Lh = N/(60*fn)$

$$Lh = 3.7037037037E+08/(60*194.6)$$

$$Lh = 31727.3 \text{ horas}$$

Duracion en dias:  $Ld = Lh/24$

$$Ld = 1322.0 \text{ dias}$$

Duracion en años:  $La = Ld/365$

$$La = 3.6 \text{ años}$$

DESEA VOLVER A REALIZAR CALCULOS DE CORREAS (S/N)? N

## PROBLEMA EJEMPLO DE POLEAS

Se requiere diseñar las poleas del ejemplo anterior.



## DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS

1. ENGRANAJES CONICOS
2. ENGRANAJES CONICOS ESPIRALES
3. TORNILLOS DE SUJECION
4. JUNTAS CON EMPAQUES
5. TORNILLOS SIN FIN
6. CADENAS DE RODILLOS
7. CORREAS EN "V"
8. POLEAS
9. SALIR DEL MENU AL SISTEMA

Con cual de los anteriores numerales desea trabajar: 8

Elaborado por: Victor Manuel Libreros y William Muñoz

### POLEAS

TABLA 1. Dimensiones de las poleas en B

Seccion Correa	Diam. mm pg.	Angulo ranura	b pg.	H pg.	a pg.	S pg.	c pg.
A	3	34	0.494	0.490	0.125	5/8	3/8
B	5.4	34	0.637	0.580	0.175	3/4	1/2
		38	0.650	0.580	0.175	3/4	1/2
C	9.0	34	0.879	0.780	0.200	1	11/16
		36	0.887	0.780	0.200	1	11/16
		38	0.895	0.780	0.200	1	11/16
D	13.0	34	1.259	1.050	0.300	1 7/16	7/8
		36	1.271	1.050	0.300	1 7/16	7/8
		38	1.283	1.050	0.300	1 7/16	7/8
E	21.0	36	1.527	1.300	0.400	1 3/4	1.125
		38	1.542	1.300	0.400	1 3/4	1.125

De la Tabla de el valor normalizado de b: 1.259  
 De la Tabla de el valor normalizado de H: 1.05  
 De la Tabla de el valor normalizado de a: 0.3  
 De la Tabla de el valor normalizado de S: 1.4375  
 De la Tabla de el valor normalizado de c: 0.875

El diametro primitivo de la polea, D es: 13

El diametro exterior de la polea, Do es:

$$D_o = D + 2a \quad D_o = 13.0 + 2*0.300$$

$$D_o = 13.6 \text{ pg.}$$

El numero de correas que se van a utilizar, m es: 3

El ancho de la polea, F es:

$$F = (m-1)*S - 2s ; \quad F = (3 - 1)*1.438 - 2*0.875$$

$$F = 0.000 \text{ pg.}$$

El diametro de raiz, Dr es:

$$D_r = D_o - H ; \quad D_r = 13.6 - 1.050$$

$$D_r = 12.6 \text{ pg.}$$

DESEA SEGUIR CALCULANDO POLEAS (S/N)?